

YU ISSN 0016-7789

RAZPRAVE

GEOLOGIJA

POROČILA

1978

YU ISSN 0016-7789

GEOLOGIJA

RAZPRAVE IN POROČILA

21. KNJIGA
1. del



GEOLOGIJA	LETO 1978	21. KNJIGA 1. del	Str. 1 do 168	LJUBLJANA
-----------	-----------	----------------------	---------------	-----------

GEOLOGIJA

RAZPRAVE IN POROČILA

Od leta 1978 dalje (21. knjiga) izhaja GEOLOGIJA dvakrat na leto, v juniju (1. del) in decembru (2. del), da bi imeli avtorji možnost hitreje objaviti svoja dela

Izdajatelj: Geološki zavod, Inštitut za geologijo FNT in Slovensko geološko društvo, Ljubljana

Glavni in odgovorni urednik: *Štefan Kolenko*, Yu 61000 Ljubljana, Parmova 33

Uredniški odbor: *M. Drovenik, M. Iskra, Š. Kolenko, D. Kuščer, A. Nosan, M. Pleničar* in *L. Žlebnič*

Tiskovni svet: *S. Papler* — predsednik, *F. Cimerman, J. Duhovnik, Š. Kolenko, I. Mlakar, A. Nosan, V. Osterc, J. Simčič* in *D. Turnšek*

Naklada: 1000 izvodov

Letna naročnina: 250 din

Tisk in vezava: LJUDSKA PRAVICA, Ljubljana, Kopitarjeva 2

V letu 1978 financirata: Raziskovalna skupnost Slovenije in Geološki zavod, Ljubljana

From 1978 (Volume 21), GEOLOGIJA will appear biannually, in June (Part 1) and December (Part 2), to advance our publishing activity by a more rapid printing of the submitted papers

Published in Ljubljana by the Geological Survey, FNT Institute of Geology, and the Slovene Geological Society

Editor in Chief: *Štefan Kolenko*, Yu 61000 Ljubljana, Parmova 33

Editorial Board: *M. Drovenik, M. Iskra, Š. Kolenko, D. Kuščer, A. Nosan, M. Pleničar* and *L. Žlebnič*

Subscription price: \$ 14 per year

Printed by LJUDSKA PRAVICA, Ljubljana, Kopitarjeva 2

VSEBINA — CONTENTS

Paleontologija — Paleontology

Aстафьева-Урбайтис К. А. и Рамовш А.	
Верхнекаменноугольные (гзельские) двустворки из Яворницкого роута (Караванки, Словения)	5
Upper Carboniferous (Gshelian) pelecypods from Javorniški rovt, the Karavanke Alps, Slovenia	5
Zgornjekarbonske (gželijske) školjke iz Javorniškega rovta	5
Flügel, H. W. and Ramovš, A.	
A new species of Acanthochaetetes from the Cenomanian beds of Central Slovenia	35
Krivic, K. in Stojanovič, B.	
Konodonti v triadnem apnencu pri Prikrnici	41
Conodonts from the Triassic limestone at Prikrnica village	41
Ramovš, A.	
Zgornjekarnijski in spodnjenoriški konodonti v okolici Mirne na Dolenjskem	47
Upper Carnian and Lower Norian conodonts from Mirna in Lower Carniola	47

Stratigrafija — Stratigraphy

Cigale, M.	
Karnijske plasti v okolici Idrije	61
Carnian beds in the Idrija region	61

Petrologija — Petrology

Hinterlechner-Ravnik, A.	
Kontaktmetamorfne kamenine v okolici Črne pri Mežici	77
Contact-metamorphic rocks from Črna at Mežica	77
Faninger, E. and Štrucl, I.	
Plutonic emplacement in the Eastern Karavanke Alps	81
Granitni in tonaltni pas v Vzhodnih Karavankah	81

Geologija krasa — Karst Geology

Žlebnik, L.	
Kras na konglomeratnih terasah ob Zgornji Savi in njenih pritokih	89
Karstification of conglomeratic terraces along the Upper Sava River and tributaries	89

Geologija okolja — Environmental Geology

Molnar, F. M., Rothe, P., Förstner, U., Stern, J., Ogorelec, B., Šercelj, A. & Culiberg, M.	
Lakes Bled and Bohinj — Origin, composition, and pollution of recent sediments	93

Nove knjige
Book Review

Otto Prokop/Wolf Wimmer: Wünschelrute, Erdstrahlen, Radiästhesie 165

Uredniška obvestila
Editorial Notices

Sodelavcem GEOLOGIJE 167

GEOLOGIJA

GEOLOGICAL
TRANSACTIONS
AND REPORTS

RAZPRAVE IN POROČILA

Ljubljana • 1978 • 21. knjiga, 1. del • Volume 21, Part 1

GEOLOGIJA 21, 5—34 (1978), Ljubljana

УДК 584.1(113.5)(497.12 = 82

Верхнекаменноугольные (гжельские) двустворки из Яворницкого роута (Караванки, Словения)

Upper Carboniferous (Gshelian) pelecypods from Javorniški rovt,
the Karavanke Alps, Slovenia

Zgornjekarbonske (gželijske) školjke iz Javorniškega rovta

K. A. Астафьева-Урбайтис

Музей земледования МГУ, Москва 117234

Anton Ramovš

Katedra za geologijo in paleontologijo, Univerza v Ljubljani
61000 Ljubljana, Aškerčeva 12

Резюме

В известном местонахождении у водопада Яворник (= Сподня почи-вала) в Яворницком роуте была собрана в темносерых или черных тон-костюдистых верхнекарбонových (верхнегжельских) сланцах и таких же мергелистых сланцах, которые выветриваются коричневатого, очень бо-гатая фауна и более редкая микрофлора. Окаменелости представлены известковыми водорослями, мелкими и фузулинидными фораминиферами, губками, кораллами, гастроподами, двустворками, редкими головоногими, мшанками, брахиоподами, трилобитами, морскими лилиями и ежами. До-минируют брахиоподы, мшанки и морские лилии. Двустворчатые моллю-ски менее многочисленны, но представлены интересным и своеобразным комплексом. Характерно разнообразие форм и обилие новых таксонов. Определено 22 вида двустворок, относящихся к 17 родам, 11 семействам: Malletiidae, Parallelodontidae (подсемейства Parallelodontinae и Grammato-dontinae), Pterinopectinidae, Aviculopectinidae (подсемейства Aviculopecti-ninae и Streblochondriinae), Entolidae, Posidoniidae, Pterineidae, Myophori-idae, Edmondiidae, Allorismidae, Grammysiidae. Описаны 7 новых видов и 1 подвид: *Parallelodon javornikensis*, *Ptychopteria (Actinopteria) gjelica*, *Acan-thopecten ramovsi*, *Annuliconcha spinosa*, *Amonotis palaeozoicus*, *Ivanovia slovenica*, *Grammysiopsis carboniferous* и *Cucullopsis quadrata jugoslavica*. Комплекс включает две группы видов, одна из которых свойственна интервалу $C_{2.3}$, вторая интервалу $C_3 - P_1$. Интересно присутствие редких видов, таких как *Cucullopsis quadrata jugoslavica*, *Ivanovia slovenica*, свое-образных раковин неясного систематического положения, встречающихся ранее в башкирских отложениях Урала. И что особенно интересно, присутствие в гжельских отложениях представителя рода *Amonotis*. Это типичный эндемик, известный ранее лишь в триасе Югославии.

Наиболее близок описываемый комплекс двустворкам Урала и Дон-басса, а также Подмосковной котловины и Сев. Америки.

Abstract

A rich pelecypod fauna from the Upper Carboniferous (Gshelian) shale and marly shale of the Karavanke Alps (loc. Spodnja počivala = "Javornik-Fall", Javorniški rovt) is described. Among 22 species the following 8 taxa are new: *Parallelodon javornikensis*, *Ptychopteria (Actinopteria) gjelica*, *Acanthopecten ramovsi*, *Annuliconcha spinosa*, *Amonotis palaeozoicus*, *Ivanovia slovenica*, *Grammyslopsis carboniferous*, *Cucullopsis quadrata jugoslavica*. Two pelecypod groups of different ages could be distinguished: the first indicating the Middle/Upper Carboniferous age, and the second the Upper Carboniferous/Lower Permian age. *Cucullopsis quadrata jugoslavica* and *Ivanovia slovenica* are rare and interesting; the genus *Amonotis*, designated as a typical endemic pelecypod in the Triassic beds of Yugoslavia, has now been found in the Gshelian layers of Slovenia. The pelecypods described can be compared as most similar to the fauna of Ural, Donbas, Podmoscowian Basin and North America.

Kratka vsebina

V zgornjekarbonskem (gželjškem) temno sivem in črnem sljudnem glinastem skrilavcu in laporastem skrilavcu je bila nabrana pri Spodnjih počivalah (= slap Javornik) v Javorniškem rovtu zelo bogata školjčna favna. Novo določenih je sedem vrst in ena podvrsta: *Parallelodon javornikensis*, *Ptychopteria (Actinopteria) gjelica*, *Acanthopecten ramovsi*, *Annuliconcha spinosa*, *Amonotis palaeozoicus*, *Ivanovia slovenica*, *Grammyslopsis carboniferous* in *Cucullopsis quadrata jugoslavica*. Po starosti se deli školjčna favna na dve skupini; prva je značilna za čas srednji karbon/zgornji karbon, druga pa za čas zgornji karbon/spodnji perm. Redki in zanimivi sta podvrsta *Cucullopsis quadrata jugoslavica* in vrsta *Ivanovia slovenica*; obe imata svojevrstni lupini in še nejasen sistematski položaj. V gželjskih plasteh Javorniškega rovta je posebno zanimiv predstavnik rodu *Amonotis*, znan kot endemični triadni rod v Jugoslaviji. Opisana školjčna favna je najbližja školjčnim favnam Urala, Donbasa, Podmoskovske kotline in Severne Amerike.

1. Исторический очерк

Anton Ramovš

В верхнем карбоне Караванк до настоящих систематических исследований и сборов фауны двустворок было известно мало. Повидимому, большее внимание исследователи уделяли плеченогим и другим группам, чем двустворкам.

Липольд (1859, 59) первый упомянул из каменноугольных сланцев долины Планины над Есеницами (Йоганнес-Столлен) вид *Avicula valenciennesi* Koninck. Херич (1919, 67) приводит из филитного известняка Есениц *Edmondia* sp., видовое определение которой было невозможно из-за плохой сохранности. По скульптуре и другим отличительным признакам эта форма близка *E. acuta* Hind, но отличалась размерами.

В основном палеонтологическом труде по фауне верхнего карбона Херич (1931, 34—39) описал из отвала (хальды) Савских Ям кроме коралпов, мшанок, брахиопод, ортоцератид и гастропод, также и двустворок: *Conocardium uralicum* Verneuil, *Conocardium* sp., *Edmondia sulcata* Phillips, *Aviculopecten elegantulus* Stuckenbergl, *Pecten (Pseudamusium) sericeus* Verneuil.

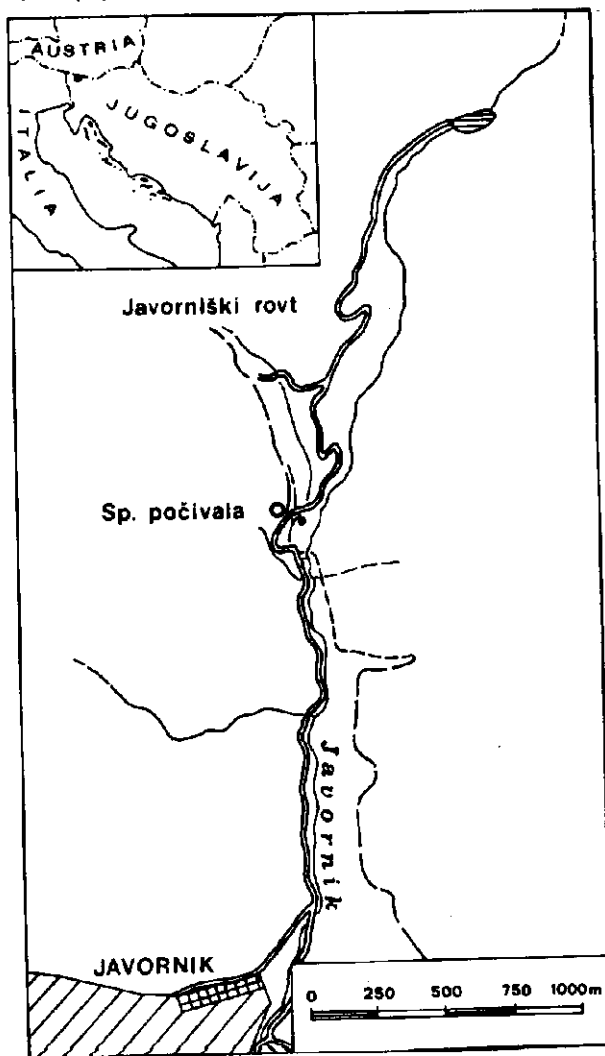
В том же году Раковец (1931, 81—82) из темносерых глинистых сланцев у водопада Яворник в Яворницком роуту описал и изобразил следующие виды: *Ctenodonta* (сл. стр.) *undulata* Phillips, *Aviculopecten* cf. *interlineatus* Meek et Worthen, *Aviculopecten* sp.

Рамовш (1969, 245) только упоминает среди богатой верхнекаменноугольной фауны Яворницкого роута (водопад Яворник) также и двустворчатых моллюсков из глинистых сланцев — отпечаток *Schizodus* (таб. 6, фиг. 1). Этот же автор (Рамовш 1971, 1389) позднее приводит *Schizodus* sp., *Aviculopecten* cf. *Interlineatus* Meek et Worthen, *Aviculopecten* sp.

2. О местонахождении верхнекаменноугольных двустворок

Anton Ramovš

Все двустворки, описанные в этой работе, собраны из уже известного местонахождения у водопада Яворник в Яворницком роуту (= Сподня почивала). При реконструкции водопровода Яворницкий роут — Словенский Яворник были обнаружены



Фиг. 1. Скица местонахождения верхнекаменноугольных двустворок у Яворницком роуту

более глубокие слои. При интенсивном сборе окаменелого материала за последние годы значительно увеличилась местная коллекция фауны, состоящей из известковых водорослей, фораминифер, губок, кораллов, гастропод, двустворок, редких головоногих, мшанок, брахиопод, трилобитов, морских лилий и морских ежей. К четырем отпечаткам раковин, описанным И. Раковцем в 1931 году и хранящимся в Естественном музее в Любляне, прибавилось еще около ста экземпляров различных двустворок в основном в виде хорошо сохранившихся отпечатков в глинистых сланцах. Почти все формы собраны Й. Бедич.

Упомянутая в первой главе фауна двустворок из местонахождения в Савских Ямах была собрана во время горных работ в железном руднике. Однако, поскольку рудник давно не работает и шахты засыпаны, а отвал (хельда) зарос, там уже нельзя собирать верхнекарбонную фауну.

Интересно, что в других верхнекарбонных местонахождениях фауны в Яворницком роуту, на Планине под Голицей и в окрестностях Савских Ям не обнаружено остатков двустворок.

В местонахождении у водопада Яворник (Сподня почивала) преобладают темно-серые или черные тонкослюдистые и в большинстве случаев тонкозернистые глинистые сланцы и тонкослюдистые песчаные мергельные сланцы, которые при выветривании становятся коричневатыми. Сланцы чередуются со слоями кремневого песчаника, который большей частью не содержит окаменелостей, либо они редки. В сланцах в отдельных прослоях окаменелости многочисленны. Среди окаменелостей преобладают брахиоподы, мшанки и членики стеблей морских лилий (список фауны см. Рамовш 1971, стр. 1389). Среди фузулинидных фораминифер в мергельных слоях часта *Rugosofusulina alpina antiqua* (Schellwien). Окаменелости подтверждают позднекарбонный возраст (вторая половина гжельского века) описываемых отложений. Сохранность фауны как правило хорошая, хотя в глинистых сланцах встречаются лишь скульптурные ядра. В отпечатках же обычно сохраняются даже самые тонкие скульптурные элементы. Судя по всей фауне, она находится на первоначальном месте или очень незначительно перенесена от места обитания.

Верхнекарбонные отложения открыты только в области углубленного трубопровода, в остальных местах они закрыты и обнажаются лишь небольшие участки слоев плотного песчаника. Поэтому воссоздание всего разреза верхнекаменноугольных отложений в области сбора окаменелостей невозможно. Точная мощность слоев с фауной также неизвестна, приблизительно она равна 1,5 м. Наиболее многочисленны остатки фауны встречаются в отдельных прослоях слоя, мощностью около 50 см, где двустворки обычны в комплексе с брахиолодами, мшанками и другими группами. Вся фауна приурочена к одному уровню.

3. Характеристика и описание фауны двустворчатых моллюсков

К. А. Астафьева-Урбайтис

Двустворчатые моллюски из гжельских отложений гор Караванки представляют интересный и своеобразный комплекс, характеризующийся необычайным разнообразием форм. Определенные нами 22 вида двустворок относятся к 17 родам, 11 семействам: Malletiidae, Parallelodontidae (подсемейства Parallelodontinae и Grammatodontinae), Pterinopectinidae, Aviculopectinidae (подсем. Aviculopectininae и Streblochol-

driinae), Entoliidae, Posidoniidae, Pterineidae, Myophoriidae, Edmondiidae, Allorismidae, Grammysiidae. Назвать этот комплекс типично «гжельским» нельзя, поскольку он содержит как средне-верхнекарбоновые, «пенсильванские» (18 видов), так и более молодые формы, верхнекаменноугольно-нижнепермские (9 видов). Типично верхнекарбоновые лишь представители рода *Cucullopsis*. Это очень редкие формы, известные донныне лишь в верхах карбона Китая, откуда был описан единственный вид *Cucullopsis quadrata* Chao.

Наибольшее сходство описанный комплекс обнаруживает с двустворками Урала (из 10 общих видов, 7 — встречены на Урале в нижней перми, 3 — в башкирском ярусе) и Донбасса (9 общих видов со средне-верхнекаменноугольными двустворками). Из семи общих видов с двустворками Подмосковной котловины только один (*Edmondia nebrascensis* Geinitz) известен из верхнего карбона, остальные обычны для московского яруса. Пять видов известны в пенсильванских отложениях Северной Америки. Два вида общие с бореальной фауной Северо-Востока СССР.

Только в нижней перми Красновидово встречены были представители рода *Ivanovia* nov. gen. (= *Modiolodon* Netsch.). Свообразные раковины, неясного систематического положения, описанные нами как Gen. et sp. indet., известны в башкирских отложениях Урала. И, что особенно интересно, нами определен вид *Amonotis palaeozoicus* sp. nov. Род *Amonotis* характерен только для триаса Югославии. Следует отметить и обилие новых таксонов. Из 22 определенных нами видов (описание двух не дается из-за плохой сохранности, повидимому, это виды родов *Aviculopecten* и *Dunbarella*) описано 7 новых видов и 1 новый подвид. Нет ни одного вида, за исключением очень редких представителей рода *Cucullopsis*, характерного только для гжельских или даже верхнекаменноугольных отложений.

Изученная фауна представлена комплексом форм, характерных для неглубоких участков моря, достаточно хорошо аэрируемых, с мягким илистым грунтом. Преобладают биссусные эпифаунные формы, менее многочисленны семиинфаунные, мелко зарывающиеся двустворки.

Палеонтологическая часть

К. А. Астафьева—Урбайтис

Семейство Mallettiidae Adams et Adams, 1858

Род *Palaeoneilo* Hall et Whitfield, 1869

Palaeoneilo sp.

Таб. 1, фиг. 1

Описание. Раковина средней величины (Д до 38 мм), удлинненно-овальная (Д : В 1,52), умеренно выпуклая, довольно неравносторонняя (ДПЧ: Д 0,26), апикальный угол 100°.

Замечания. Сохранность затрудняет определение до вида, но наиболее близка описываемая форма *P. тагла* (Tschern.) из верхнего карбона — ранней перми Северо-Востока СССР (Омолонский массив) и Южной Ферганы.

Географическое распространение и геологический возраст. Югославия, горы Караванке; верхний карбон, гжельский ярус.

Материал. Неполное ядро левой створки.

Семейство *Parallelodontidae* Dall, 1898
 Подсемейство *Parallelodontinae* Dall, 1898
 Род *Parallelodon* Meek and Worthen, 1866

Parallelodon javornikensis Astafieva-Urbajtis, sp. nov.

Таб. 1, фиг. 2 а, б

Голотип. Но. 85. Технический музей Железарне Есенице. Югославия, горы Караванке; верхний карбон, гжельский ярус.

Описание. Раковина средней величины (Д до 30 мм), почти равносторчатая, удлинненно-ромбоидальная, выпуклая (Вып.: В ср. вел. 0,35), довольно неравносторонняя (Длч: Д ср. вел. 0,18), тонкостенная, с еле различимым синусом брюшного края. Макушечный угол 100° (ср. вел.).

Замочный край прямой, его передняя ветвь несколько более $\frac{1}{2}$ длины задней ветви. Соединение со слабо выпуклым передним краем округлопрямоугольное, со спрямленным, скошенным задним краем замочный соединяется под тупым сглаженным углом. Брюшной край почти параллелен замочному, очень слабо выпуклый, с неявственным синусным изгибом. Макушка невысокая, широкая, удалена от переднего края на расстояние около $\frac{1}{2}$ длины раковины. Створка равномерно выпукла, лишь в средней ее части намечается небольшая уплощенность. К переднему и брюшному краям выпуклость постепенно уменьшается, за слабо приподнятым, но достаточно рельефным килевым перегибом — вогнутое закилевое поле. Скульптура наружной поверхности своеобразна. Передние радиальные плосковыпуклые ребра (5—6) расширяются и раздвигаются с приближением к переднему краю. Слабовогнутые промежуточные почти равны ребрам. Далее следуют многочисленные (18—20) тонкие, разделенные узкими промежутками ребра, которые приближительно на середине створки вновь сменяются более широкими расходящимися ребрами (7—8). На закилевом поле расположены 5—6 ребер, подобных передним. При увеличении удалось наблюдать, что каждое радиальное ребро представляет собой пару сближенных, разделенных узким промежутком ребер. Радиальная скульптура сечется концентрическими струйками, менее явственными в центральной части створки. Скульптура настолько рельефная, что, судя по внутренним ядрам, наблюдается и на внутренней поверхности створки. Характер мускульных отпечатков неизвестен, так же как и замка. Лишь на левой створке голотипа удалось наблюдать три пластинчатых косых передних зуба, направленных спереди назад к вентральному краю замочной пластины.

Онтогенетические изменения и изменчивость. На ранних стадиях развития раковины характерный признак вида — раздвоение радиальных ребер не отмечается. Большая часть ребер дихотомизирует на одном уровне (при высоте раковины 2—3 мм), хотя наблюдается и более позднее дихотомирование отдельных ребер. У взрослых форм варьирует удлиненность раковины (Д: В от 1,72 до 2,07), неравносторонность, но характер скульптуры и общие очертания сохраняются.

Сравнение. Вид наиболее близок описанному М. Э. Янишевским (1900) *P. tenuicostatus* из среднего карбона Урала (гонититовый горизонт, слой «е»), отличаясь от последнего характером скульптуры.

Замечания. Характерная для описываемого вида сдвоенность радиальных ребер, по всей видимости, наблюдается и у *P. concellatus* (Martin), если судить по изображениям этих форм у В. Мартина (1809) и у Хайнда (1896—1901). Однако отличия

от нижнекаменноугольного вида достаточно велики (очертания створок, менее резкий киль, менее высокие макушки), чтобы рассматривать югославские раковины в качестве самостоятельного вида.

Географическое распространение и геологический возраст. Югославия, горы Караванке; верхний карбон, гжельский ярус.

Материал. Ядро и отпечаток правой створки, ядра и отпечатки раковин с раскрытыми створками.

Подсемейство *Grammatodontinae* Branson, 1942
Род *Cucullopsis* Chao, 1927

Cucullopsis quadrata jugoslavica Astafieva-Urbajtis, subsp. nov.

Таб. 1, фиг. 4—6

Голотип. Но 61. Технический музей Железарне Есенице. Югославия, горы Караванке, верхний карбон, гжельский ярус.

Описание. Раковина довольно крупная (Д до 43 мм), удлиненно-прямоугольная с крыловиднорасширенной закилевой частью (Д:В 1,11), довольно неравносторонняя (Дпч:Д 0,34), толстостенная (до 3 мм), незияющая; апикальный угол 95°, угол замочных ветвей 145°.

Замочный край прямой, его передняя ветвь почти в два раза короче задней, она соединяется со спрямленным или слабо выпуклым высоким передним краем под прямым сглаженным углом. Книзу передний край слегка скошен и по широкой дуге сливается со слабо выпуклым нижним краем. Длинная задняя замочная ветвь под углом меньше прямого соединяется со слабо синусным, несколько более длинным, чем передний, задним краем, образуя крыповидную оттянутость верхне-задней части. Соединение заднего и брюшного краев правильно закругленное. Макушки широкие, выступающие (В. м.:В 0,16), соприкасающиеся, слабо прозогирные, удалены от переднего края на расстояние $\frac{1}{2}$ длины створки.

Наибольшая выпуклость — в средней части створки, откуда почти одинаково круто спадает к переднему и заднему краям, к брюшному краю выпуклость уменьшается более спокойно. Верхне-задняя часть раковины оттянута и уплощена, благодаря чему создается впечатление округлого килевидного перегиба, за которым иногда наблюдается слабая вогнутость створки. Наружная поверхность покрыта концентрическими тонкими линиями роста, среди которых через почти равные промежутки наблюдаются более резкие, отмечающие перерывы в росте раковины. В лупу можно видеть и очень тонкие многочисленные радиальные струйки. Внутренняя поверхность гладкая с редкими концентрическими пережимами, соответствующими более грубым, концентрическим струйкам наружной поверхности.

Замочная пластина прямая, расширенная позади и под макушкой. Непосредственно под макушкой находятся три тонких, скошенных от макушки назад, пластинчатых зуба. Еще 2—3 зуба находятся уже перед клювиком макушки, они толще и в верхней части, загибаясь, направляются почти параллельно замочному краю. На передней ветви замочной пластины расположены 2 «боковых» зуба; начинаются они у переднего склона макушки и тянутся к передне-верхнему углу замочной пластины. От макушки назад направлено утолщение на задней замочной ветви, покрытое параллельными

замочному краю тонкими бороздками, ниже которых находятся 3 длинных пластинчатых задних «боковых» зуба. Два нижних более мощные, углубления между ними кзади расширяются, у крупных форм эти зубы на концах расщеплены, наблюдаются и как бы вставленные более тонкие пластинки («зубы второго порядка»). Задние и «боковые» зубы не вполне параллельны замочному краю, они расположены веерообразно на расширяющейся кзади замочной пластине, но не доходят до заднего края створки. Связка нами не наблюдалась, но В. Чао (Chao, 1927) пишет об «очень узкой линейной лигаментной арее с горизонтальной бороздчатостью, расположенной над передней частью замочной пластины». Мускульные поля створок утолщены. Отпечаток переднего аддуктора глубокий, удлинненнотреугольной формы. Выше него на переднем макушечном склоне — отпечаток ножного мускула. Переднее мускульное поле отделено от полости створки утолщением — баттриссой. На закилевом поле расположен больший по размерам удлинненно — овальный отпечаток заднего аддуктора. Он более мелкий. Выше и несколько перед ним расположен более глубокий округлый отпечаток заднего ретрактора (?). На ядрах от макушки вдоль килевидного перегиба тянется струйка и перед ней вторая, которым на внутренней поверхности створок соответствуют линейные бороздки.

Онтогенетические изменения и изменчивость. На молодых стадиях раковина, повидомому, имела более длинный замочный край, задний был пилен синусного изгиба. Среди взрослых форм наблюдается вариирование очертаний раковины, когда наряду с более прямоугольно-высокими встречаются и менее высокие с несколько скошенным передним краем раковины.

Сравнение. От номинального подвида отличается более массивными, высокими макушками (В. м.: В ср. 0,16), более мелкими отпечатками задних мускулов и, повидомому, наличием передних «боковых» зубов (не исключено, что на китайских раковинах сохранность не позволила наблюдать замок полностью).

Замечания. Род *Cucullopsis* и единственный вид *C. quadrata* описаны Чао (1927) из верхнего карбона Китая. Раковины, встреченные в гжельских отложениях Югославии, несомненно принадлежат роду *Cucullopsis* и очень близки китайским формам, однако отличия в форме раковины, в характере мускульных отпечатков, в строении замка заставляют рассматривать их, по меньшей мере, в рамках самостоятельного географического подвида.

Географическое распространение и геологический возраст. Югославия, горы Караванке; верхний карбон, гжельский ярус.

Материал. 4 внутренних ядра, 3 отпечатка наружной поверхности и раковина со смещенными, неполными створками.

Семейство Pterineidae Miller, 1877

Род *Ptychopteria* Hall, 1883

Подрод *Ptychopteria* (*Actinopteria*) Hall, 1884

Ptychopteria (*Actinopteria*) *gjelica* Astafieva-Urbajtis, sp. nov.

Таб. 3, фиг. 4

Голотип. Но. 86. Технический музей Железарне Есенице. Югославия, горы Караванке, верхний карбон, гжельский ярус.

Описание. Раковина средней величины (Д 32 мм), округло-квадратная (Д:В 1,14), умеренно-выпуклая, резко неравносторонняя. Апикальный угол 70°.

Передний край высокий, слабо выпуклый; закругляясь, сливается с выпуклым, особенно в передней части, слегка поднимающимся назад брюшным краем; последний под прямым сглаженным углом соединяется с коротким, спрямленным задним краем. Заостренная клювовидная макушка резко смещена вперед и выступает над замочным и передним краями. Максимальная выпуклость приурочена к примакушечной области и к килевидному перегибу створки, за которым начинается уплощенное, большое, заднее ушко (сохраненное не полностью). Переднее ушко не сохранилось. Наружная скульптура, наблюдаемая на сложном ядре левой створки, состоит из многочисленных, округлых, сближенных радиальных ребер (слабовогнутые промежутки несколько уже ребер), пересеченных концентрическими струйками. Особенно рельефны ребра в области килевидного перегиба створки, где наблюдаются редкие вставные ребра. Строение замка и внутренняя поверхность раковины не изучены.

Замечания. Среди немногочисленных видов рода наиболее близка описываемому *A. taberi* Mc Alester из верхнего девона Сев. Америки, также имеющая относительно высокую раковину (Д:В 1,4) с выпуклым брюшным краем. Однако и от этого вида югославская форма отличается укороченной формой раковины с широкоокруглой, но оттянутой передне-брюшной частью.

Географическое распространение и геологический возраст. Югославия, горы Караванке; верхний карбон, гжельский ярус.

Материал. Одно сложное ядро левой створки.

Семейство Pterinopectinidae Newell, 1938

Род *Pterinopectinella* Newell, 1938

Pterinopectinella acutiptera? (Janischevsky), 1900

Таб. 1, фиг. 3 а, б.

Aviculopecten acutipterus: Янишевский, 1900, стр. 187, таб. 3, фиг. 3.

Голотип. Место хранения неизвестно. Урал, средний карбон (гониятитовый гор. спой С).

Описание. Небольшая раковина, слабо прозогирная, слабо выпуклая, слабо неравносторонняя (Дпч: Д 0,36); с длинным прямым замочным краем (Д. з. кр.: Д 1,2) и полукруглыми очертаниями свободных краев. Переднее ушко в виде острого шипа выдается вперед, синус округлый, неглубокий. Широкое заднее ушко слабо отделено, заострено, маленький краевой синус сразу под замочным краем. Радиальные ребра многочисленны, округлы, разделены широкими промежутками. Особенно рельефны они в средней части раковины, где между ребрами первого порядка в каждой промежутке находится более тонкое вставное ребро. На заднем ушке ребра более тонкие, чаще расположенные, но неотделимы от ребер задней части створки.

Макушки слабо смещены вперед, почти не выступают над замочным краем. Макушечный угол около 100°.

Замечания. От уральских форм отличается несколько меньшими размерами и меньшим числом ребер. Повидимому, югославский экземпляр — более молодая раковина.

Географическое распространение и геологический возраст. Югославия, горы Караванке; верхний карбон, гжельский ярус. Урал, средний карбон, башкирский ярус.

Материал. Сложное ядро и отпечаток наружной поверхности неполной левой створки.

Семейство *Aviculopectinidae* Meek et Hayden, 1864
 Подсемейство *Aviculopectininae* Meek et Hayden, 1864
 Род *Aviculopecten* M'Coy, 1851

Aviculopecten mutabilis Licharev, 1927

Таб. 1, фиг. 7—9

Aviculopecten mutabilis: Лихарев, 1927, стр. 118, таб. 5, фиг. 7—10, 12, 14—17; Федотов, 1932, стр. 126, таб. 14, фиг. 17.

Описание. Раковина средней величины (Д до 35 мм), тонкая, аклинная, несильно выпуклая, веерообразная (Д : В ср. вел. 1,1).

Макушечные складки явственные, спрямленные у макушки, слабо изгибаются, расширяются и под тупым, сглаженным углом соединяются с явственно закругленными передним и задним, почти равными краями. Нижний край длинный очерчен более широкой дугой. Макушки выпуклые, заостренные, выступают над замочным краем. Последний прямой, несколько больше половины максимальной длины створки (Д з. кр. : Д ср. вел. 0,6). Почти равные ушки четко отграничены крутым перегибом створки. Заднее сильно заострено с угловатым синусом; переднее слабо выпуклое, его передний край соединяется с замочным под прямым или слегка заостренным углом, синус неглубокий, угловатый. Скульптура сложная. Радиальные ребра нескольких рангов увеличиваются вставлением начиная с самых ранних стадий роста; первичных, основных ребер от 6 до 9? Концентрическая скульптура более тонкая, пересекала ребра она образует бугорки, на крупных ребрах — более грубые. На ушках, особенно на переднем она проступает более резко. Характер радиальной скульптуры ушек — как на теле раковины. Внутреннее строение неизвестно.

Онтогенетические изменения. Молодые раковины более высокие и узкие, с более длинным замочным краем и меньшим апикальным углом. На юных стадиях роста Д : В ср. вел. 0,85, ап. угол ср. вел. 65°.

Географическое распространение и геологический возраст. Югославия, горы Караванке; верхний карбон, гжельский ярус. В СССР: верхний карбон Донбасса; Урал и Тиман — низы Р₁.

Материал. Только левые створки. 5 сложных ядер и 5 наружных отпечатков.

Род *Acanthopecten* Girty, 1903*Acanthopecten carboniferous* (Stevens), 1858

Таб. 1, фиг. 10 а, б.

Pecten carboniferous: Stevens, 1858, стр. 261*Aviculopecten carboniferous*: Яковлев, 1903 (pars), стр. 3, таб. 1, фиг. 3;

Федотов, 1932, стр. 119, таб. 19, фиг. 10.

Acanthopecten carboniferous: Newell, 1937, стр. 72, таб. 12, фиг. 8—10.

Топотип. Геологическая служба Иллинойса, США. Иллинойс, верхний карбон (central formation, Missouri subseries).

Описание.* Раковина небольшая, почти равностворчатая, тонкая. Левая створка слабо выпуклая, почти округлая (Д:В у топотипа 1,12) со слегка оттянутой и приподнятой задней частью, спрямленным задним краем, от середины которого начинается синус заднего ушка; замочный край почти прямой, длина его несколько меньше максимальной длины раковины. Макушка маленькая, заостренная, почти не выступает над замочным краем. Переднее ушко четко отделено от средней части створки крутым уступом; передняя часть ушка закруглена, нижняя — выпуклая; синус глубокий, угловатый. Заднее ушко длиннее переднего, заострено; синус глубокий, образован правильно закругленной дугой. Скульптура наружной поверхности не отличается от описанной для топотипа. На наших экземплярах число ребер — 15. Шипы наблюдаются и на синусе у заднего ушка между тонкими ребрышками (2—5) при пересечении их с краем створки. Наиболее крупный, изогнутый вверх шип расположен в месте слияния нижнего и заднего краев. Переднее ушко также покрыто радиальными ребрышками (3?) и концентрическими струйками. Скульптура внутренней поверхности негативно отражает наружную скульптуру. Замок характерный для рода.

Онтогенетические изменения. По мере роста раковины меняются и очертания и скульптура. Молодые формы более широко округлы, ниже-задняя часть не оттянута, ушки почти равные, с менее глубоким синусом, особенно у заднего ушка. Наружная скульптура состоит из простых округлых, интеркалирующих ребер, разделенных широкими промежутками и пересеченных концентрическими струйками. Таких струек насчитывается до 12, затем начинается расширение радиальных ребер и усложнение всей скульптуры и радиальной и концентрической. Эта начальная стадия явственно различима на всех левых створках, имевшихся в изученной коллекции.

Сравнение. Отличия от остальных видов *Acanthopecten* указаны в описании последних.

Географическое распространение и геологический возраст. Югославия, горы Караванке; верхний карбон, гжель; Картинские Альпы, верхний карбон — нижняя пермь; Сев. Америка, верхний пенсильваний; верхний карбон Южной Америки и Китая; в СССР: средний — верхний карбон Донбасса, средний карбон — нижняя пермь Урала, средний карбон Подмосковной котловины.

Материал. Три ядра и два наружных отпечатка левых створок.

* Детальное описание см. у Newell, 1937, стр. 72.

Acanthopecten elegantulus (Stuckenberg), 1899

Таб. 1, фиг. 11—13

Aviculopecten elegantulus: Штукенберг, 1899, стр. 201, таб. 1, фиг. 16; Лихачев, 1927, стр. 87, таб. 6, фиг. 14—23 (см. полную синонимику); Федотов, 1932, стр. 120, таб. 14, фиг. 11—14

Acanthopecten carboniferous: Яковлев, 1903 (pars), стр. 3, таб. 1, фиг. 2; Муромцева, 1974, стр. 65, таб. 12, фиг. 13—15

Acanthopecten stellaris: Муромцева, 1974 (pars), стр. 66, таб. 9, фиг. 20

Голотип. Место хранения не известно.

Описание. Средних размеров (Д до 28 мм), умеренно выпуклая, тонкостенная раковина, округлых очертаний (Д : В ср. вел. 1,06), аклинная или очень слабо прозолинная. Нижняя часть створки правильно закруглена. Замочный край почти прямой, длина его лишь незначительно меньше максимальной длины створки. Макушки почти центральные, узкие, не выступающие над замочным краем. Переднее ушко почти в два раза короче заднего, четко отделено от средней части створки крутым уступом; передняя часть ушка закруглена, нижняя — выпуклая. Заднее ушко остроугольное, спокойно сливающееся со средней частью створки. Его задний край образует с замочным острый угол, круто вогнут, выпрямляясь ниже, он переходит в правильно закругленный нижний край. Наружная поверхность сложно скульптурована. Радиальные ребра (18—19) по строению близки *Ac. carboniferous* (Stevens), так же как и концентрическая скульптура. В примакушечной части резкие концентрические складочки расположены чаще и не образуют в промежутках между радиальными ребрами оттянутости книзу. Оба ушка несут явственную концентрическую скульптуру, на заднем отмечаются 2—5 тонких радиальных струек. На переднем ушке радиальные струйки менее явственны, в то время как концентрическая скульптура продолжается и на поверхности ушка. Передний и нижний край раковины, иногда и ниже-задний край заднего ушка остро зазубрены. Строение замка как у типового вида.

Онтогенетические изменения. Как у *Ac. carboniferous* (Stevens).

Сравнение. От типового вида отличается большей выпуклостью и очертаниями левой створки (отсутствием оттянутости и приподнятости в месте соединения нижнего и заднего краев), большей длиной заднего ушка, неявственным отчленением ушка от средней части створки (заднее ушко начинается от конца нижнего края и тянется почти параллельно слабо выраженному перегибу створки, отделяющему ушко от средней части створки), характером скульптуры переднего ушка, на котором отчетлива концентрическая и неявственная радиальная струйчатость.

Замечания. Описываемый вид достаточно четко отличается от *Ac. carboniferous* (Stevens), если судить по типовым экземплярам из Небраски и Урала. Наши образцы, подобно описанным Д. М. Федотовым (1932) из среднего — верхнего карбона Донбасса, мельче чем типичные *Ac. elegantulus* (Stuckenberg) и крупнее, чем американские формы. Но очертаниями певых створок (правые не изучены), характером ушек, большей выпуклостью они близки уральскому виду, хотя число ребер у них несколько меньшее (до 19). По мнению Д. М. Федотова, донецкие представители *Ac. elegantulus* (Stuckenberg) могут рассматриваться как промежуточные формы между более ранним *Ac. carboniferous* (Stevens) и описываемым видом, известным из верхов верхнего карбона. Однако нами оба вида встречены совместно в одном

местонахождении Подмосковной котловины (в отложениях C_2^2), а также в более молодых гжельских отложениях Югославии. Таким образом, стратиграфическая последовательность в появлении этих видов не наблюдается. Объединить оба вида, подобно Чао (Chao, 1927) и В. А. Муромцевой (1974), мы не считаем возможным, поскольку нам не удалось наблюдать постепенных переходов от *Ac. carboniferous* (Stevens) к *Ac. elegantulus* (Stuckenberg). Малорреберные формы (14—15 ребер) имеют и все остальные признаки (характер ушек, форму раковины и т. д.), свойственные *Ac. carboniferous* (Stevens). В то время как раковины, имеющие по 18 и более ребер, вполне определенно принадлежат *Ac. elegantulus* (Stuckenberg). Кстати, и изображенные в работе В. А. Муромцевой (1974, т. 12, ф. 14) раковины — это несомненные *Ac. elegantulus* (Stuckenberg).

Необходимо также отметить (таб. 1, фиг. 13) и некоторое своеобразие скульптуры одной из раковин, отличное от описанной в диагнозе рода. Это взрослая форма *Ac. elegantulus* (Stuckenberg), у которой наблюдаются увеличение числа ребер в задней части левой створки и на поздних стадиях роста путем бифуркации. Шипы, образованные в результате арковидного изгибания грубых концентрических струек, не всегда совпадают с межреберными промежутками в передней и задней частях раковины. В первом случае они, пересекая ребра, направлены вперед, во втором — назад.

Географическое распространение и геологический возраст. Югославия, горы Караванке, верхний карбон, гжельский ярус. Верхний карбон Венгрии, Каринтских Альп, Манчжурии. Карбон СССР: Подмосковная котловина (C_2^2 — C_3); р. Кама, Донбасс, Урал, Дарваз, Уссурийский край — C_3 ; юго-западный Пай-Хой и Верхоянье — $C_{2,3}$; средний карбон Колывань-Томской складчатой области.

Материал. Три ядра и четыре отпечатка наружной поверхности левых створок.

Acanthopecten ramovsi Astafieva-Urbajtis, sp. nov.

Таб. 2, фиг. 1—3

Голотип. Но. 94. Технический музей Железарне Есенице; Югославия горы Караванке, верхний карбон, гжельский ярус.

Описание.* Раковина средних размеров, тонкая, явственно прозоклиная, трехугольно-косо-овальная (Д:В у типа 1,25). Передняя часть створки широкоокруглая, задняя несколько оттянута и слабо приподнята. Короткое переднее плечо под углом несколько больше 90° соединяется с правильно закругленным коротким передним краем, по широкой дуге сливающимся с длинным, выпуклым нижним краем. Короткий, слабо выпуклый задний край под прямым углом соединяется с длинным задним плечом. Апикальный угол от 110° до 125° , у типа 112° . Замочный край почти прямой, длина его равна или больше максимальной ширины створки (Д. з. кр.: Д у типа 1,13); передняя ветвь значительно короче задней. Макушки небольшие, слабо выступающие над замочным краем. Ушки хорошо развиты, явственно отделены (переднее крутым уступом) от средней части створки, слабо выпуклые. Округлое впереди переднее ушко имеет глубокий остроугольный sulcus (около 50°), задняя умбональная складка развита слабее, само ушко почти в два раза длиннее переднего, остроугольное, задний сулькус глубокий, остроугольный (65 — 75°). Скульптура наружной поверхности

* Описание дается по левым створкам, правые в коллекции отсутствуют.

характерная для акантопектенов. Многочисленные (19—21) ребра имеют выпуклые склоны с типичным примитивным ребрышком по вершине ребра: промежутки узкие треугольные; характер концентрической скульптуры также подобен типовому виду. Шипы вдоль средней части брюшного края располагаются в межреберных промежутках, на переднем и заднем краях, а также вдоль сулькуса заднего ушка они перпендикулярны краю створки (подобно описанному для *Ac. elegantulus* Stuckenberg). На ушках наблюдается явственная концентрическая скульптура, соответствующая более резким концентрическим струйкам тела раковины. Повидимому, сохранность материала не позволила наблюдать радиальную струйчатость на ушках. Внутренняя скульптура смягченно отражает наружную. Строение замка полностью наблюдать не удалось, не сохранился резиллифер. Характер мускульных отпечатков не известен.

Онтогенетические изменения. Подобно описанным выше видам на ювенильных раковинах наблюдается менее сложная скульптура. Радиальные ребра соответствуют примитивным ребрышкам взрослых стадий. Отсутствуют резкие концентрические струйки, представляющие собой сближенную серию тонких струек, нет арковидных чешуеобразных изгибов над ребрами, нет и оттянутых книзу шипов в межреберных промежутках. Сами промежутки имеют более округлое сечение. Ушки менее четко отделены от тела раковины, сулькусы менее глубокие.

Сравнение. От типового вида отличается явственно прозоклинной раковиной, большим числом ребер. От *Ac. elegantulus* (Stuckenberg) — сильнее развитой прозоклинностью, наличием задней умбональной складки, глубоким остроугольным задним сулькусом.

Замечания. Подобно типовому виду *Ac. ramovsi* sp. n. имеет оттянутую и слегка приподнятую кверху нижне-заднюю часть створки; явственнее развитое заднее ушко, начинающееся от середины заднего плеча. В то же время заднее ушко в два раза длиннее переднего и число ребер, как у *Ac. elegantulus* (Stuckenberg). Но форма раковины (явственно прозоклинная, косая, вытянутая сильнее в передне-заднем направлении), большой апикальный угол, наличие задней умбональной складки позволяют отнести описанные формы к самостоятельному новому виду. Все три вида встречены совместно.

Геологическое и географическое распространение. Югославия, горы Караванке; верхний карбон, гжельский ярус.

Материал. 4 сложных ядра, один отпечаток наружной поверхности.

Acanthopecten? orientalis Janischevsky, 1900

Таб. 2, фиг. 4 а-г

Aviculopecten? indeterminatus: Gr u e n e w a l d t, 1860, стр. 130, таб. У, фиг. 7

Aviculopecten orientalis: Я н и ш е в с к и й, 1900, стр. 176, таб. 3, фиг. 7

Aviculopecten sp. (No. 2): Я н и ш е в с к и й, 1900, стр. 177, таб. 3, фиг. 4

Голотип. Место хранения не известно. Урал, средний карбон, башкирский ярус (гонитатовый гор., спой «е»).

Описание. Раковина небольшая (Д до 14 мм), аклинная, слабо выпуклая, треугольно-округлая, высота обычно несколько больше длины (Д : В ср. вел. 0,97), длина замочного края меньше максимальной длины (Д. з. кр. : Д ср. вел. 0,8). Ушки хорошо развиты, переднее несколько длиннее (л. у. : з. у. ср. вел. 1,3). Задние ушки почти прямо-

угольные с еле заметным синусом. Большое уплощенное переднее ушко левой створки также почти прямоугольное, но его передний край слабо выпуклый вверху с мелким синусным изгибом внизу. Переднее ушко правой створки терминально округлое отделено узким глубоким вырезом (сулькусом). Створка к биссусному вырезу изогнута почти под прямым углом к поверхности тела раковины, умбональная складка угловатая (на обеих створках). Задняя умбональная складка выражена менее рельефно. Радиальная скульптура наружной поверхности состоит из рельефных, шиповатых, расширяющихся книзу ребер; промежутки чуть уже ребер. К переднему и заднему перегибам створки ребра сужаются. На задних ушках по 4 ребра, на передних, на правой створке 5—6 расширяющихся рельефных ребер, на левом переднем ушке 7 более узких ребер. Имеются и четкие сближенные концентрические струйки, на правой створке у брюшного края наблюдаются более резкие, оттянутое угловато книзу в межреберных промежутках арковидно изогнутые над ребрами. На левой створке в задней части наблюдаются вставные ребрышки на ранней стадии роста, на правой — деление задних ребер, также в верхней части створки.

Онтогенетические изменения и изменчивость. Наружная поверхность начальной раковинки с резкими концентрическими струйками, расположенными через равные интервалы. Радиальная скульптура имеет как бы подчиненное значение, хотя сами радиальные ребрышки тоже рельефные, узкие.

Среди взрослых форм наблюдается вариирование очертаний от треугольно-округлых с апикальным углом 90° (форма, описанная Гринвальдом), до более широкоовальным с апикальным углом более 100° .

Сравнение. От типового вида отличается высокой раковиной с правильно закругленными краями (отсутствует оттянутость задне-брюшной части), менее резко выраженной зазубренностью краев, почти прямоугольным очертанием заднего ушка, более маленьким передним ушком. От *Ac. elegantulus* (Stuckenberg) и *Ac. ramovsi* sp. nov. отличается аклинностью раковин, менее резкой зазубренностью краев, формой ушек.

Замечание. При установлении вида он был отнесен М. Э. Янишевским к роду *Aviculorpecten*. Югославские раковины практически неотличимы от уральских форм, однако при лучшей сохранности удалось наблюдать характерную для *Acanthopecten* килеватость радиальных ребер и менее резко выраженную, но различимую зазубренность краев за счет изгиба вниз концентрических струек.

Поэтому нами вид отнесен к роду *Acanthopecten*. Имеются однако и отличия от типичных акантолектенов: прямоугольные очертания задних ушек, отмеченное в описании деление задних ребер в верхней части правой створки. Отсюда и знак вопроса в названии рода.

Географическое распространение и геологический возраст. Югославия, горы Караванке; верхний карбон, гжельский ярус. Урал, средний карбон, башкирский ярус.

Материал. Четыре наружных отпечатка и два внутренних ядра.

Род *Annuliconcha* Newell, 1937

Annuliconcha spinosa Astafieva-Urbajtis, sp. nov.

Таб. 2, фиг. 5—7, 10

Голотип. No. 102. Технический музей Железарне Есенице; верхний карбон, гжельский ярус. Топотипы No. 103, 105, 108.

Описание. Раковина небольшая (Д до 16,5 мм), почти равностворчатая за исключением ушек, треугольно-овальная (Д : В ср. вел. 1,20); слабо прозоклинная, слабо выпуклая, тонкостенная, двусторонне зияющая. Макушечный угол 115° (ср. вел.).

Замочный край левой створки прямой, лишь немного короче максимальной длины створки (Д з. кр. : Д ср. вел. 0,95), ветви почти равные. Средняя часть треугольно-овальная, передний, нижний и задний края закруглены, иногда наблюдается некоторая оттянутость ниже-задней части створки из-за небольшой скошенности раковины. Плечи почти равные, заднее прямое, переднее слабо вогнуто. Угол плеч от 105° до 126° . Макушки почти центральные, практически не выступающие над замочным краем. Ушки четко отграничены, переднее несколько короче заднего (Д п. у. : Д з. у. ср. вел. 0,7). Заднее остроугольное, с глубоким синусом. Передний синус также глубокий, но передний и нижний края ушка выпуклы. Передняя умбональная складка левой створки узкая, угловатая, задняя слабо выражена. Скульптура наружной поверхности радиально-концентрическая. Радиальные округлые струйки наблюдаемые на ранних стадиях роста очень тонкие, разделены более широкими плоскими промежутками. Иногда наблюдаются очень тонкие вставные струйки. Концентрическая скульптура двух рангов. Высокие, широкоокруглого сечения концентрические ребра первого порядка с бугорками, которые не всегда соответствуют пересечениям с радиальными струйками, бугорки оттянуты книзу в недлинные шипы. В средней части створки шипы направлены вниз, в передней и задней частях, соответственно — вперед и назад. Шипики наблюдаются вдоль наружных краев створки переднего, брюшного и заднего. Между грубыми ребрами расположена серия тонких, войнистых струек, пересекающих радиальную скульптуру и в месте пересечения слегка изогнутых книзу. Концентрическая скульптура ушек резкая, 2—3 радиальные струйки заметны лишь при сильном увеличении. Вдоль кардинального края ушек проходит узкое, тонкое ребро, отчетливо отделенное узкими глубокими бороздками.

Правая створка, в отличие от левой, более уплощена, с низкой макушкой, наружная скульптура выражена значительно менее четко, свободные края лишены шипов, но на ушках резко выраженные сближенные концентрические струйки более отчетливые, чем на теле раковины.

Изменчивость. Очертания раковины широко варьируют. Наряду со скошенными формами, встречены и широко овальные, с круто закругленным передним и задним краями, слабо выпуклым, длинным нижним (Д : В 1,26). Отмечается и изменчивость в характере радиальной скульптуры. Иногда это многочисленные струйки с промежутками между ними лишь немного шире самих струек. Они более явственны в передней и задней частях раковины. Шипы грубых концентрических ребер расположены шире этих струек. У других форм радиальных струек меньше (17) промежутки очень широкие и шипы концентрических ребер почти соответствуют числу радиальных струек. У третьих струйки сближены в средней части, в то время как в передней и задней частях расположены шире и в промежутках слабо намечены очень тонкие вставные струйки. Изменчив и макушечный угол.

Сравнение. От типового вида отличается характером скульптуры, большей скошенностью менее высоких раковин.

Замечания. Штукенбергом (1905) из верхнего карбона Самарской Луки под названием *Astarte volgensis* описана, по всей видимости, раковина с обломанными ушками, но очень характерной, описанной выше скульптурой. Плохая сохранность обусловила неправильное родовое определение этой формы. Отличается она и от

описанных здесь раковин более правильно округлой формой, и меньшим макушечным углом (96°). Не исключено, что, если бы удалось найти и изучить, помимо этой единственной неполной створки, материал из Карбона Самарской Луки, то его следовало бы отделить от югославского на подвидовом уровне.

Географическое распространение и геологический возраст. Югославия, горы Караванке, верхний карбон, гжельский ярус, ? Самарская Лука, верхний карбон.

Материал. 2 сложных ядра, 5 наружных отпечатков левых створок и 1 отпечаток правой.

Подсемейство *Streblochondriinae* Newell, 1938
Род *Streblochondria* Newell, 1938

Streblochondria sculptilis Newell, 1938

Таб. 2, фиг. 8—9

Aviculopecten sculptilis: Miller, 1891, стр. 92, таб. 20, фиг. 5

Streblopteria ufensis: Чернышев, 1902, стр. 345; Муромцева, 1974, стр. 77, таб. 13, фиг. 1

Pecten (Pseudamusium) ufaensis: Лихарев, 1927, стр. 30, таб. 2, фиг. 7, 8; Frenolt, 1931 (pars), стр. 53, таб. 1, фиг. 5

Streblochondria sculptilis: Newell, 1938, стр. 82, таб. 16, фиг. 5, 7, 9, 11

Голотип. No. 3894. Cincinnati University.

Описание. Раковина средних размеров, почти равностворчатая, правая створка несколько более плоская, чем левая; слабо опистоклинная, высота превышает длину створок. Передняя, слабо вогнутая умбональная складка (плечо) несколько длиннее почти прямой, но тоже хорошо выраженной умбональной складки. Свободные края створки правильно закруглены. Макушка маленькая, заостренная (Макушечный угол около 90°), выступает над замочным краем. Последний почти в два раза меньше максимальной ширины створки. Ушки хорошо выражены, переднее в два раза длиннее заднего. Окончания ушек близки прямоугольным, исключение — округлое окончание переднего ушка правой створки. Передний синус левой створки слабо вогнутый. Передний ушной сулькус узкий, глубокий. Скульптура наружной поверхности детально описана Ньюеллом (Newell, 1937). Строение замка типичное для рода.

Изменчивость. Форма раковины варьирует от высокоовальной до правильноокруглой, от сильно опистоклинных до почти аклинных. Широко варьирует и рельефность скульптуры, частота расположения радиальных струек.

Замечания. Югославские формы отличаются значительно большей изменчивостью, чем американские. В синонимике описываемого вида внесен нами и верхнекаменноугольный уральский вид *Streblopteria ufensis* Tschernyshev, поскольку последний неотличим от американских и югославских представителей.

Географическое распространение и геологический возраст. Югославия, горы Караванке; верхний карбон, гжельский ярус. Сев. Америка, пенсильваний; нижняя пермь Шлицбергена. В СССР: верхний карбон — нижняя пермь Урала и Тимана; низы верхнего карбона Пай-Хоя и Донбасса.

Семейство Entoliidae Korobkov, 1960
Род *Pernopecten* Winchell, 1865

Pernopecten prosseri? (Mark), 1912

Таб. 3, фиг. 10

Pecten aviculatus: Swallow, 1858, p. 213

Entolium attenuatum: Mœek et Hayden, 1872, стр. 189, таб. 9, фиг. 11; Яковлев, 1903, стр. 2, таб. 1, фиг. 5; Федотов, 1932, стр. 140, таб. 16, фиг. 11

Entolium prosseri: Mark, 1912, стр. 309, таб. 15, фиг. 6—8

Pernopecten attenuatus: Муромцева, 1974, стр. 80, таб. 15, фиг. 9

Pernopecten sowerbyi: Муромцева, 1974, стр. 79, таб. 15, фиг. 5

Pernopecten prosseri: Newell, 1937, стр. 111, таб. 20, фиг. 17, 18, 12, 13; Астафьева-Урбайтис, 1977, стр. 38, таб. 3, фиг. 7

Лектотип. No. 14036. Хранится в Университете штата Огайо, США, верхний карбон, ярус миссури. Установлен Н. Д. Ньюеллом (Newell, 1937).

Описание.* Небольшая (D 19 мм) неполная левая створка, слабо суженная сверху, слабо прозоклиная. Передний и брюшной края правильно округлы; нижняя часть заднего края закруглена несколько более круто, выше он скошен и очень слабо вогнут. Переднее и несколько удлиненное заднее краевые поля узкие.

Замечания. Единственный неполный экземпляр левой створки (сложное ядро) не позволил точно определить вид.

Географическое распространение и геологический возраст. Югославия, горы Караванке; верхний карбон, гжельский ярус; Сев. Америка, верхний карбон, миссури; в СССР: Подмосковная котловина, московский ярус; Самарская Лука и Урал — верхний карбон; средне-верхний карбон Донбасса (C₂² — C₃²).

Материал. Одно сложное ядро левой створки.

Семейство Posidoniidae Frech, 1909
Род *Amonotis* Kittl, 1904

Amonotis palaeozoicus? Astafieva-Urbajtis, sp. nov.

Таб. 3, фиг. 1 а, б; 2

Голотип. No. 88. Технический музей Железарне Есенице; Югославия, горы Караванке; верхний карбон, гжельский ярус.

Описание. Раковина средней величины (D 21 мм), почти равностворчатая, слабо прозоклиная, слабо выпуклая, широкоовальная (D:В 1,16). Замочный край прямой, длинный, несколько короче максимальной длины створки (Д.з.кр.: D 0,85), с почти равными ветвями (передняя незначительно короче задней). Слабо выпуклый передний

* Полное описание дано Н. Д. Ньюеллом (Newell, 1937).

и равный по высоте слабо синусный вверху задний край, с замочным соединяются под тупым углом (в переднем соединении угол менее тупой). Нижний слабо выпуклый край по длине равен замочному.

Ушки неотделены от тела раковины и выделяются лишь уплощением створки. Макушка невысокая, слабо выступающая, почти центральная. Апикальный угол 110° . Наружная поверхность покрыта неправильными радиальными ребрами; книзу некоторые из них расщепляются, иногда неоднократно, имеются и тонкие вставные ребрышки по одному, или по несколько в межреберных промежутках. В области ушек ребра более тонкие и низкие. Радиальная скульптура пересечена концентрическими линиями роста, более явственными в области макушки. В передней части створок скульптура менее рельефна.

Характер замка и внутреннее строение раковины наблюдать не удалось.

Сравнение. От типового вида отличается более высокой раковинной со слабо намеченной синусностью в верхней части заднего края.

Замечания. Род относится к числу эндемиков. Известен он был лишь из триаса (карний) Югославии. В палеозое представители рода встречены впервые.

Географическое распространение и геологический возраст. Югославия, горы Караванке; верхний карбон, гжельский ярус.

Материал. Два ядра и отпечаток левых створок.

Семейство *Myophoriidae* Bronn, 1849
Род *Schizodus* Verneuil et Murchison, 1844

Schizodus meekanus? Girty, 1899

Таб. 3, фиг. 9

Schizodus wheeleri: Swallow, 1872, стр. 209, таб. 10, фиг. 1; Keyes, 1894, стр. 123, таб. 46, фиг. 3; Beede, 1900, стр. 155, таб. 22, фиг. 1
Schizodus meekanus: Girty, 1899, стр. 583, таб. 52, фиг. 7

Голотип. Место хранения неизвестно. Сев. Америка, верхний карбон.

Описание. Раковина средней величины (Д 28 мм), свальная (Д:В 1,2) с высокой макушкой (в.м.:В 0,33), (апикальный угол 90°), выпуклая, особенно в области макушки; с вогнутым, резким килем, отделяющим уплощенное закилевое поле. Передняя часть раковины короткая, правильно закругленная, задняя удлинена, несколько сужена и косо срезана. Закругленный впереди брюшной край, несколько выпрямляется и поднимается кверху у заднего конца раковины.

Замечания. От типовых форм и описанных Д. М. Федотовым (1932) из карбона Донбасса отличается менее вытянутой задней частью раковины.

Географическое распространение и геологический возраст. Югославия, горы Караванке; верхний карбон, гжельский ярус; Сев. Америка, верхний карбон; в СССР — Донбасс C_2^b — C_3^a .

Материал. Неполное ядро и отпечаток наружной поверхности.

Семейство *Edmondiidae* King, 1850
Род *Edmondia* Koninck, 1843

Edmondia nebrascensis? (Geinitz), 1866

Таб. 3, фиг. 3 а, б

Astarte nebrascensis: Geinitz, 1866, с. 16, таб. 3, фиг. 25

Cardiomorpha lamellosa: Штукенберг, 1905, стр. 88, таб. 11, фиг. 3

Edmondia massoyii: Федотов, 1932, стр. 76, таб. 7, фиг. 10

Голотип. Место хранения неизвестно.

Описание. Раковина средней величины (Д 27 мм), равносторчатая, субквадратно-овальная (Д : В 1,37), неравносторонняя (Длч : Д 0,25), относительно тонкостенная, незияющая. Макушечный угол 120°, угол замочных ветвей 135°. Замочный край длинный, почти параллелен и равен выпуклому нижнему краю. Его передняя слабо наклоненная ветвь округло соединяется с направленным к ней под прямым углом слабо выпуклым передним краем. Более длинная прямая задняя замочная ветвь под еще более сглаженным притупленным углом соединяется со слабо выпуклым задним краем. Последний почти параллелен переднему, но выше его. Слияние брюшного края с задним округлое, с передним он сливается по более широкой дуге. Высокие, притупленные макушки смещены вперед на расстояние $\frac{1}{4}$ длины створки от переднего края. Наружная концентрическая скульптура состоит из резких слегка заостренных на вершинах складок и линий роста. Внутреннего строения наблюдать не удалось, за исключением связочной складки, которая четко выражена, длинная.

Замечания. Описанный вид несколько отличается от вида Гайнитца более широкими, хотя и резкими ребрами. Наиболее близка описываемым формам донецкая эдмондия, определенная Д. М. Федотовым (1932) как *E. massoyii* Hind.

Географическое распространение и геологический возраст. Югославия, горы Караванке; верхний карбон, гжельский ярус; Сев. Америка, пенсильваний; в СССР: верхний карбон Подмосковского бассейна, Самарской Луки, Донбасса, нижняя пермь западного склона Среднего Урала.

Семейство *Allorismidae* Astafieva-Urbajtis, 1963
Род *Allorisma* King, 1844

Allorisma gravaida (Tschernyshev), 1950

Таб. 3, фиг. 5

Edmondiella gravidus: Чернышев, 1950, таб. 14, фиг. 114, 115

Голотип. Хранится в Киеве в Геологическом музее АН УССР.

Описание.* Раковина довольно крупная (Д 35 мм), равносторчатая, удлиненно-эллиптическая (Д : В 1,8), выпуклая (Вып. : В — 0,3), неравносторонняя (Длч : Д — 0,21), умеренно тонкостенная, незияющая.

* Подробное описание сделано Б. И. Чернышевым (Чернышев, 1950).

Замечания. От донецких форм отличается лишь несколько меньшей выпуклостью переднего края.

Географическое распространение и геологический возраст. Югославия, горы Караванке; верхний карбон, гжельский ярус; Донбасс, С₂⁴ (известняк J_{1.2}).

Материал. Сложное ядро раскрытых створок.

Под *Ivanovia* nom. nov. Astafieva-Urbajtis, 1978

Ivanovia slovenica Astafieva-Urbajtis, sp. nov.

Таб. 3, фиг. 8 а, б

Голотип. Но. 57. Технический музей Железарне Есенице. Югославия, горы Караванке; верхний карбон, гжельский ярус.

Описание. Раковина очень крупная (Д 77,5 мм), суженно-округлая впереди и расширеннопрямоугольная позади (Д : В 1,64), довольно выпуклая, сильно неравносторонняя, относительно толстостенная. Апикальный угол 130°.

Замочный край длинный (Д. з. кр. : Д 0,87), его короткая расширенная передняя ветвь соединяется со слабо выпуклой, длинной задней ветвью под прямым углом 160°.

Соединение короткого, выпуклого переднего края с замочным — прямоугольное, с длинным слабо выпуклым брюшным — закругленное. Высокий, почти в три раза превышающий передний, задний слабо выпуклый край скошен; с замочным он соединяется под тупым углом, брюшному он в своей нижней части почти перпендикулярен, но соединение закругленное, несколько оттянутое. Макушка низкая, широкая, почти терминальная. От макушки к передней трети брюшного края тянется слабая вдавленность почти не отразившаяся на брюшном крае. Позади сулькуса от макушки к нижнезаднему углу тянется диагональная выпуклость створки, за которой отмечается слабая уплощенность. Наружная поверхность скульптурирована концентрическими линиями роста, некоторые из них более рельефны, и тонкими, еле заметными мелкобугорчатыми радиальными струйками.

На внутренней поверхности створки отражаются лишь наиболее грубые знаки роста.

Переднее мускульное поле расположено на утолщении створки и отделено вапиком. Мускульные впечатления глубоко вдавленные. Удлиненно-овальный аддуктор у переднего края впереди макушки, отделенный от аддуктора валиком выше находится глубокий след прикрепления ножного мускула. Задний аддуктор несколько менее глубокий, больших размеров помещен вверху у замочного края, но в некотором отдалении от заднего края. Он округлый, с вогнутой передней частью, полеречноштриховатый. Перед ним, сужаясь к макушке, тянется след его перемещения по мере увеличения раковины. Мантийная линия несинусная, глубоко вдавленная.

На передней замочной ветви сохранились на ядре отпечатки 3-х тонких, параллельных зубовидных валиков.

Сравнение. От *oblongum* (Golowkynsky) отличается более прямоугольными очертаниями, от *elongatum* (Netschaev) значительно меньшей суженностью передней части более высокой раковины.

Замечания. Описываемый вид — представитель достаточно редко встречаемых двустворок, описанных в 1894 году А. Нечаевым в составе подрода *Modiolodon*

рода *Modiolopsis* Hall. В том же году Ульрихом (Ulrich, 1894) название *Modiolodon* было дано иным формам двустворок, поскольку работа Ульриха вышла несколько ранее, название оказалось преокупированным, и нами (Астафьева-Урбайтис, 1978) предложено новое — *Ivanovia*. Изменен нами и ранг таксона. Включенные в *Ivanovia* виды значительно отличаются от представителей *Modiolopsis* Hall характером замка — одним из главных критериев рода. Поэтому нами *Ivanovia* рассматривается в качестве самостоятельного рода. Рассматриваемые формы обнаруживают значительное сходство с *Allorisma* King и в строении замка, и характере мускульных полей, и других деталей внешнего и внутреннего строения раковины. Последний род нами рассматривается в рамках семейства Allorismidae (Астафьева-Урбайтис 1963, 1964), куда, по всей видимости, следует отнести и род *Ivanovia*.

Географическое распространение и геологический возраст. Югославия, горы Караванке; верхний карбон, гжельский ярус.

Материал. Сложное ядро и отпечаток наружной поверхности правой створки.

Семейство Grammysiidae Miller, 1877

Род *Grammysiopsis* Tschernyshev, 1950

Grammysiopsis carboniferous Astafieva-Urbajtis, sp. nov.

Таб. 3, фиг. 7

Голотип. Но. 59. Технический музей Железарне Есенице. Верхний карбон, гжельский ярус.

Описание. Раковина средней величины, удлинненно-овальная, расширяющаяся кзади (Д : В 1,72), неравносторонняя (Дпч : Д 0,26), тонкостенная, зияющая позади. Апикальный угол 120°.

Короткая передняя замочная ветвь наклонена и под закругленным углом около 90° соединяется с закругленным передним краем. Прямая (или слабо вогнутая?) длинная задняя замочная ветвь параллельна длинному слабо синусному брюшному краю; слабо скошенный (?) задний край почти в два раза выше переднего, с замочным он соединяется под тупым углом. Макушка, повидимому, невысокая, расположена на расстоянии $\frac{1}{2}$ длины створки от переднего края. Средняя часть створки равномерно выпуклая. Слабо вогнутый килевидный перегиб створки направлен от макушки к середине заднего края. За ним проходит неглубокая борозда, позади которой закилевое поле уплощенное. Наружная поверхность покрыта узкими, сближенными, треугольными в поперечном сечении ребрами. В передней части створки они параллельны наружному краю створки, затем, по линии, идущей от макушки к передне-брюшному углу, некоторые ребра начинают раздваиваться, число ребер увеличивается. В верхней части раковины они слегка вогнуты, у брюшного края почти параллельны ему. По линии, тянущейся от макушки к задней части брюшного края (не доходя до задне-брюшного угла), отмечается крутой перегиб ребер (под выраженным углом около 90° в верхней части створки и под сглаженным углом у брюшного края). За перегибом, не уменьшаясь в числе, но несколько сужаясь (так, что промежутки становятся несколько шире ребер), ребра круто направляются вверх, пересекая линии роста. На закилевом поле ребра неразличимы. На сложном ядре, в задней части створки, еле видимая в лупу, наблюдается тонкая, сближенная радиальная струйчатость. Характер мускульных отпечатков и замка наблюдать не удалось.

Замечания. Среди известных видов граммизиописов вновь описанный наиболее близок *Gr. artiensis* (Krotov). Последний вид описан П. Кротовым (1885) из артинских отложений западного склона Урала (р. Косьва). Гжельский вид, несмотря на значительное сходство, отличается отсутствием четко выраженного супькуса, тянущегося от макушки к передней трети брюшного края уральских форм, а также характером скульптуры (у описываемого вида в средней части створки наблюдается раздваивание ребер). Раздваивание ребер характерно и для нижнекаменноугольного вида *Gr. kazachstanensis* Tschernyshev, у которого признак этот проявляется наиболее явно. Наблюдается постепенное сглаживание этого признака в линии *Gr. kazachstanensis* — *carboniferous* — *artiensis*.

Географическое распространение и геологический возраст. Югославия, горы Караванке; верхний карбон, гжельский ярус.

Материал. Сложное ядро и отпечаток наружной поверхности правой створки.

Genus et sp. indet.

Таб. 3, фиг. 6

Описание. Раковина небольшая (Д 16,5), удлинено-овальная (Д : В 1,74), слабо выпуклая, очень слабо неравносторонняя (Длч : 0,48) незияющая?

Передний и задний края равновысокие, одинаково закругленные, но соединение переднего с длинным, прямым замочным краем закругленное, в то время как заднее слабо тупоугольное. Почти равный замочному, длинный, слабовыпуклый брюшной край по широким дугам сливается с передним и задним краями. Макушка маленькая, слабо выступающая почти центральная. Наибольшая выпуклость — в примакушечной части. Килевых перегибов нет и выпуклость равномерно уменьшается к краям створки. Концентрическая скульптура наружной поверхности состоит из низких ребер, как-бы раздваивающихся в средней части створки. На ядре различима и очень тонкая радиальная струйчатость. Характер внутренней поверхности, связки и замка неизвестен.

Замечания. Описанная форма близка *Allorisma laevis* Eichwald, определенной М. Э. Янишевским (Янишевский, 1900, т. У, фиг. 15—16) из среднего карбона восточного склона Урала, а также описанной в той же работе (т. У, ф. 9) крупной раковине *genus et sp. indet.* Последняя отличается величиной и толстостенностью раковины, снаружи почти гладкой, покрытой лишь линиями роста. От *All. laevis* отличается лишь несколько иным характером скульптуры. С отнесением Янишевским уральских форм к роду *Allorisma* (по всей видимости не к современным *Wilkingia*, а к типичным *Allorisma* — (Астафьева-Урбайтис, 1964) нельзя согласиться. Подобно настоящим аллорисмам они лишены лунки и щитка, однако характер (заостренные, ортогирные) и положение (почти центральное) макушки, отсутствие на ядрах отпечатка сильного, отделенного валиком переднего мускульного поля, и общие очертания створок свидетельствуют о своеобразии этого, несомненно, нового рода. Но дать ему название и описать не позволяет недостаток материала.

Географическое распространение и геологический возраст. Югославия, горы Караванке; верхний карбон, гжельский ярус.

Материал. Ядро левой створки.

Таблица 1.

Фиг. 1. *Palaeoneilo* sp. No. 64, \times 1.5. Сложное ядро левой створки.

Фиг. 2 а-б. *Parallelodon javornikensis* sp. nov. No. 65, \times 1.5.

а — сложное ядро левой створки; б — неполный отпечаток наружной поверхности правой створки.

Фиг. 3 а-б *Pterinopectinella acutiptera?* (Janischevsky). No. 76, \times 1.3. а — ядро левой створки; б — отпечаток наружной поверхности левой створки.

Фиг. 4—6 *Cucullopsis quadrata jugoslavica* subsp. nov. 4 — No. 61, голотип, нат. вел., внутреннее ядро правой створки, 5 — No. 63, \times 1.5 внутреннее ядро правой створки, 6 — No. 107 \times 1.5 правая створка с обломанным передним краем.

Фиг. 7—9. *Aviculopecten mutabilis* Licharev

7 — No. 84, \times 2, внутренняя поверхность левой створки; 8 — No. 68, \times 1.5 неполная левая створка; 9 — No. 71, \times 1.5, левая створка.

Фиг. 10. а, б. *Acanthopecten carboniferous* (Stevens)

No. 90, \times 1.5, а — отпечаток левой створки; б — внутреннее ядро левой створки.

Фиг. 11—13. *Acanthopecten elegantulus* (Stuckenberg)

11 — No. 92, \times 1.5, а — ядро левой створки; б — отпечаток наружной поверхности левой створки; 12 — No. 99, \times 2, наружный отпечаток левой створки; 13 — No. 101, \times 1.5, слепок левой створки.

Таблица 1.

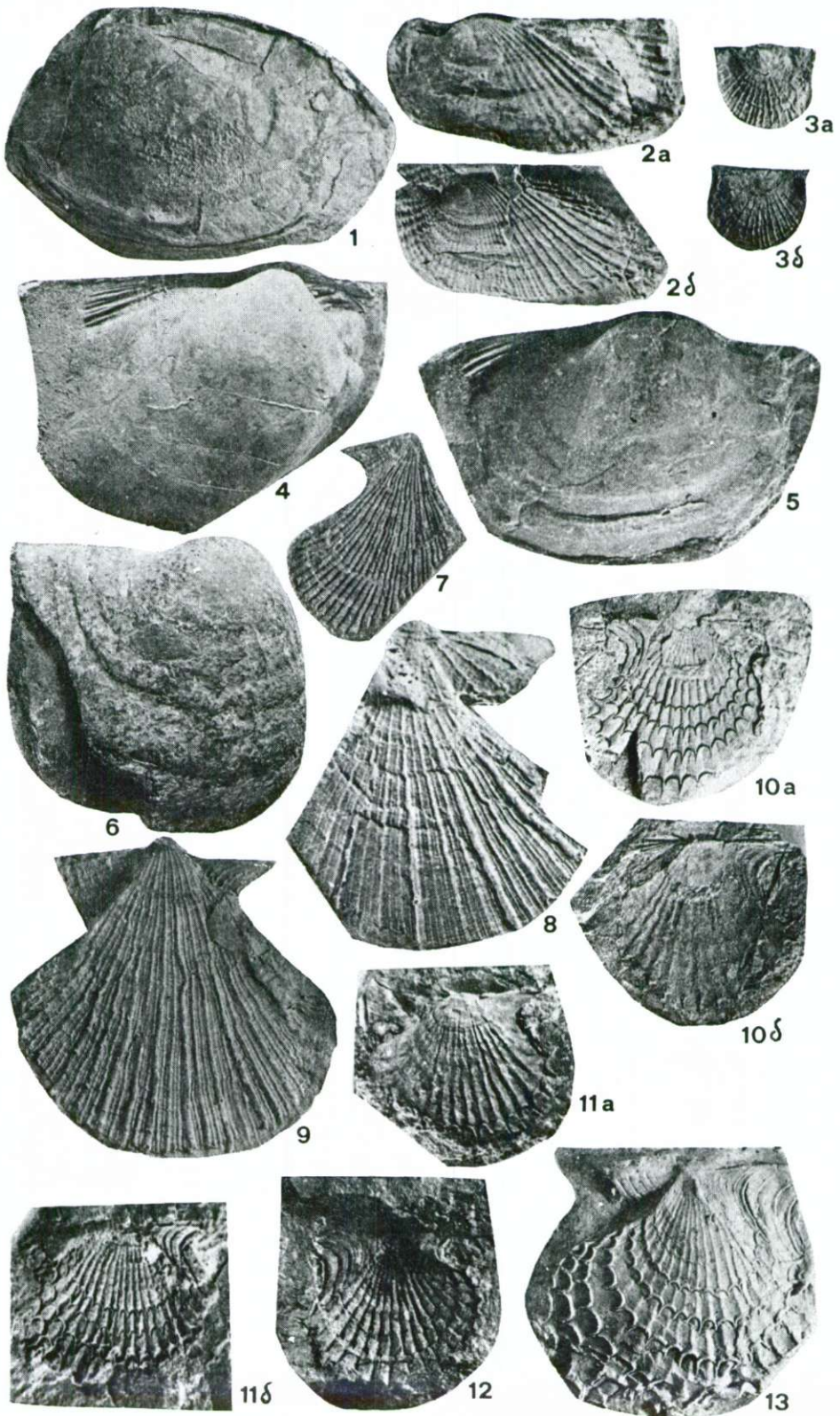


Таблица 2.

Фиг. 1—3. *Acanthopecten ramovsi* sp. n.

1 — No. 94, \times 3.5; голотип, сложное ядро левой створки; 2 — No. 98, \times 3, деформированное ядро левой створки; 3 — No. 91, nat. vel.; а — сложное ядро левой створки; б — слепок левой створки.

Фиг. 4 а-г. *Acanthopecten orientalis* (Janischevsky)

4 — No. 109, \times 3. а — отпечаток правой створки; б — слепок правой створки; в — отпечаток левой створки; г — слепок левой створки (видна смещенная вверх правая).

Фиг. 5—7, 10. *Annuliconcha spinosa* sp. nov.

5 — No. 102, \times 3, голотип, отпечаток наружной поверхности левой створки; 6 — No. 108, \times 4, слепок левой створки; 7 — No. 105, \times 3, слепок левой створки; 10 — No. 103, \times 4.5 неполная правая створка.

Фиг. 8—9. *Streblochondria sculptilis* (Miller)

8 — No. 77, \times 3; а — ядро правой створки; б — слепок правой створки; 9 — No. 73, \times 2; неполная левая створка.

Таблица 2.

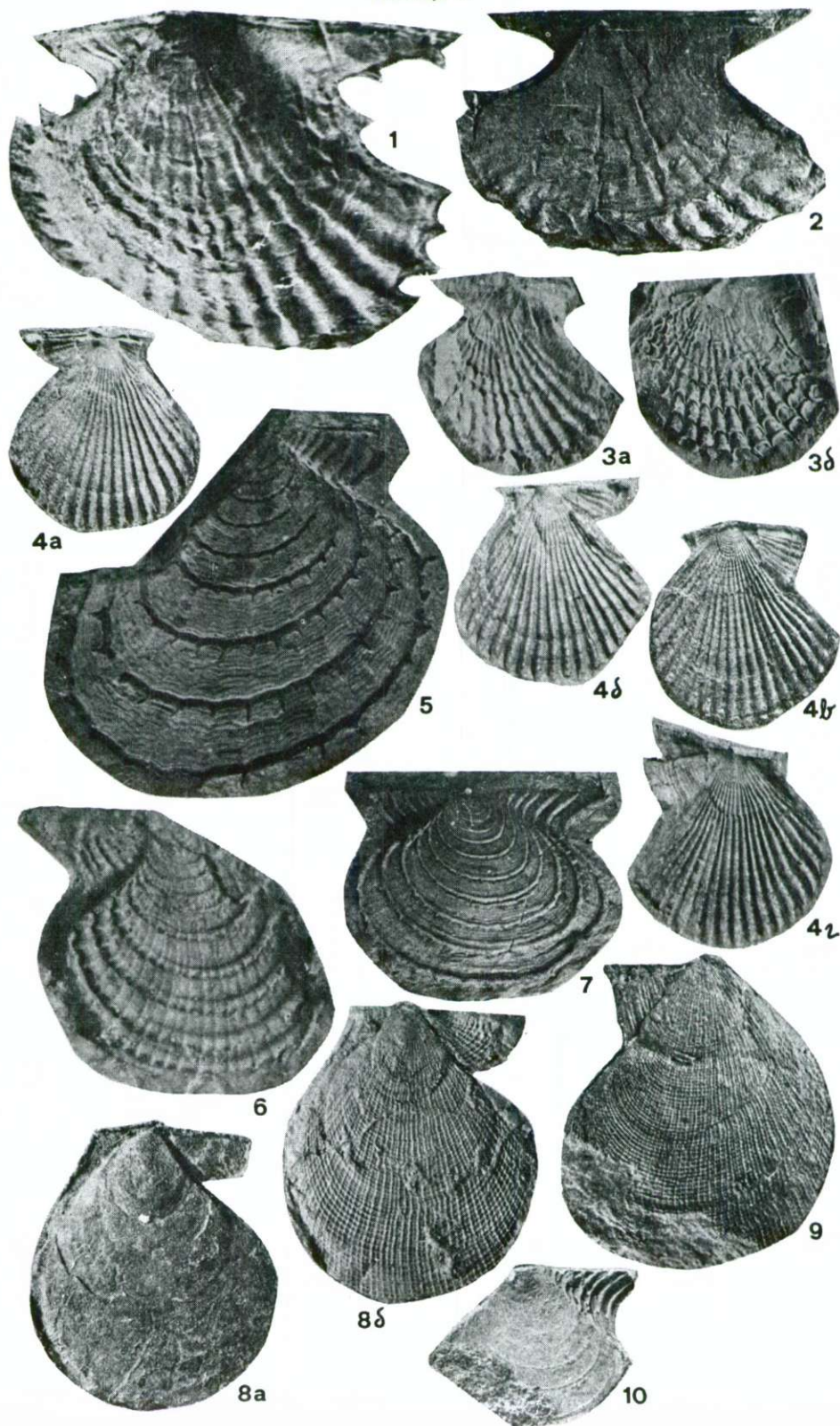
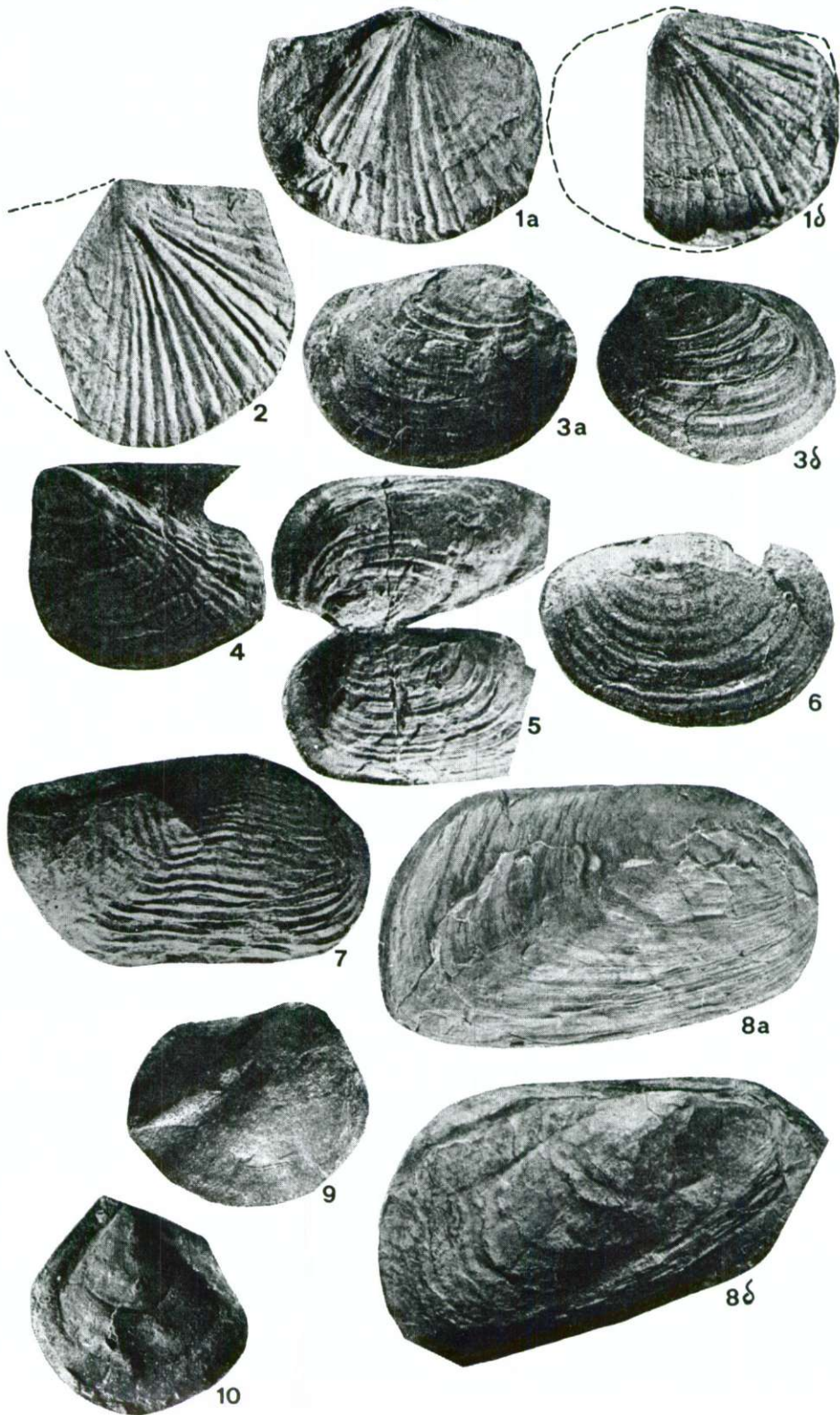


Таблица 3.

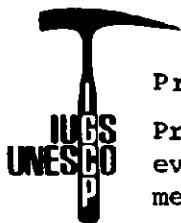
- Фиг. 1—2. *Amonotis palaeozoicus* sp. n.
 1 — No. 88, $\times 2$, голотип; а — отпечаток левой створки; б — сложное ядро неполной левой створки; 2 — No. 87, $\times 2$, отпечаток правой створки (обломок).
- Фиг. 3 а, б. *Edmondia nebrascensis?* (Geinitz)
 3 — No. 55, $\times 1.5$; а — сложное ядро правой створки; б — сложное ядро левой створки.
- Фиг. 4. *Ptychopteria (Actinopteria) gjelica* sp. n.
 4 — No. 86, нат. вел., голотип, сложное ядро левой створки (заднее крыло неясственно).
- Фиг. 5. *Allorisma gravaida* (Tschernyshev)
 5 — No. 56, $\times 1.3$; неполная раковина с разомкнутыми створками.
- Фиг. 6. Genus et sp. indet.
 6 — No. 58, $\times 3$, ядро левой створки.
- Фиг. 7. *Grammysiopsis carboniferous* sp. n.
 7 — No. 59, $\times 1.5$; голотип, сложное ядро правой створки.
- Фиг. 8 а, б. *Ivanovia slovenica* sp. n.
 8 — No. 57, $\times 0.8$; а — слепок правой створки, б — сложное ядро правой створки.
- Фиг. 9. *Schizodus meekanus?* Girty
 9 — No. 114, нат. вел.
- Фиг. 10. *Pernopecten prosseri* (Mark)
 10 — No. 79, нат. вел., неполное сложное ядро левой створки.

Таблица 3.



Литература

- Астафьева-Урбайтис К. А. 1963, О двух родах каменноугольных двустворок. В сб. «Жизнь Земли», Но. 2, стр. 204—208.
- Астафьева-Урбайтис К. А. 1964. Род *Allorisma* из нижнего карбона Подмосквонной котловины. Палеонтол. ж., стр. 45—55.
- Астафьева-Урбайтис К. А. Род *Ivanovia* gen. nov. в верхнем палеозое Югославии и СССР. В печати.
- Кротов П. 1885, Артинский ярус. Тр. Об-ва естествоисп. Казанск, ун-та, т. 13, вып. 5, стр. 1—314.
- Лихарев Б. К. 1927, Верхнекаменноугольные пелециподы Урала и Тимана. Сем. Pectinidae, Limidae, Aviculoretinidae. Тр. Геол. ком., нов. сер., вып. 164, 1—137.
- Муромцева В. А. 1974, Двустворчатые моллюски карбона Казахстана и Сибири. Тр. ВНИГРИ, вып. 336, стр. 1—150.
- Нечаев А. В. 1894, Фауна пермских отложений восточной полосы Европейской России. Тр. Об-ва естествоисп. при Казанск. ун-те, т. 27, вып. 4, стр. 1—503.
- Федотов Д. М. 1932, Каменноугольные пластинчатожаберные моллюски Донецкого бассейна. Тр. Всес. геол.-развед. объедин. НКТП СССР, вып. 103, стр. 1—241.
- Чернышев Ф. Н. 1902, Верхнекаменноугольные брахиоподы Урала и Тимана. Тр. Геол. ком., т. 16, Но. 2, вып. 1, стр. 1—749.
- Чернышев Б. И. 1950, Семейство Grammysiidae из верхнепалеозойских отложений СССР. Тр. Ин-та геол. АН Укр. ССР, сер. страт. и палеонт., вып. 1, стр. 1—116.
- Штукенберг А. 1905, Фауна верхнекаменноугольной толщи Самарской Луки. Тр. Геол. ком., нов. сер., вып. 23, стр. 76—89.
- Яковлев Н. 1903, Фауна верхней части палеозойских отложений в Донецком бассейне. 1. Пластинчатожаберные. Тр. Геол. ком., нов. сер., вып. 4, стр. 1—44.
- Янишевский М. Э. 1900, Фауна каменноугольного известняка, выступающего по р. Шартымке на восточном склоне Урала. Тр. Об-ва естествоисп. при Казанск. ун-те, т. 34, вып. 5, стр. 1—398.
- Chao J. T. 1927, Fauna of the Taiyuan Formation of the North China. Pelecypoda. Paleontol. Sinica, vol. 9, ser. B, fasc. 3, 1—50.
- Gruenewaldt M. 1860, Beiträge zur Kenntniss der sedimentären Gebirgsformationen des Ural. Mem. Acad. Sci. St. Petersburg, 7 ser., t. 2, N 7, 1—114.
- Heritsch F. 1918, Versteinerungen aus dem Oberkarbon von Jauerburg-Assling in Oberkarn. Carniola 9, 60—67.
- Heritsch F. 1931, Versteinerungen aus dem Karbon der Karawanken und Karnischen Alpen. Abh. Geol. Bundesanst. 23/3, 1—56, 4. Taf.
- Hind W. 1896—1900, A Monograph of the British Carboniferous Lamellibranches. Paleontol. Soc., vol. L1—LY, 1—476.
- Lipold M. V. 1859, Revisions-Ergebnisse in Krain. Verh. Geol. Reichsanst., 58—60.
- Newell N. D. 1937, Late paleozoic pelecypods: Pectinacea. State Geol. Surv. Kansas 10, 1—122.
- Rakovec I. 1931, Beiträge zur Fauna aus dem Oberkarbon von Javornik in den Karawanken. Prirodosl. razpr. 7, 67—88.
- Ramovš A. 1969, Iz geološke zgodovine zahodnih Karavank. Jeseniški zbornik Jeklo in Ijudje 2, 233—250.
- Ramovš A. 1971, Biostratigraphische Charakteristik der Oberkarbon-Schichten in den Südkarawanken, NW Jugoslawien. C. R. 6ème Congr. Strat. Géol. Carbonif. Sheffield 4, 1387—1395, Maastricht.
- Ulrich E. O. 1894, The Lower Silurian Lamellibranchiata of Minnesota. Bull. Minnesota Geol. and Natur. History Surv., vol. 3, 475—628.



Project

Prevariscic and variscic
events of the alpine
mediterranean mountain belts

UDK 56.016.3(116.3)(497.12)=20

A new species of *Acanthochaetetes* from the Cenomanian beds of Central Slovenia

Helmut W. Flügel

Institut für Geologie und Paläontologie
Universität, Heinrichstraße 26. A-8010 Graz

Anton Ramovš

Katedra za geologijo in paleontologijo
Univerza v Ljubljani, 61000 Ljubljana, Aškerčeva 12

Acanthochaetetes sloveniensis n. sp. from the Cenomanian? beds of Central Slovenia is described and the question of its classification is discussed.

Aus dem Cenoman? von Mittel-Sloweniens wird *Acanthochaetetes sloveniensis* n. sp. beschrieben und die systematische Zuordnung diskutiert.

A well rounded pebble was picked up from the Sopota alluvium west of Radeče at Zidani most. The prevailing constituent of the stone is a fossil remain embedded in a fine-grained conglomeratic mass. From the thin sections made of the pebble it is evident that it consists partly of a biosparitic calcirudite. The rest is particles of a dark sparry and micrite limestones 2—5 millimeters in diameter as well as remains of foraminifers, shell fragments, and echinoderms. Important are redeposited orbitolinas. Although there are no oriented thin sections, an Aptian-Cenomanian age of foraminifers is supposed. The conglomerate itself is derived, however, from an Upper Cretaceous rock, probably Senonian.

The same calcareous conglomerates including redeposited orbitolinas are widespread in Central Slovenia. Their original deposits are also recorded from Krmelj village lying south of the locality in the Sopota Valley and south of Mirna village. Similar calcareous breccio-conglomerates occur in many localities of the Sava folds, for instance in the Ljubljana district. Everywhere they contain redeposited orbitolinas and somewhere rudistid fragments as well. The fossil-bearing clastic rocks occur in a sequence of greenish-gray marl, clayey rock, and platy limestone characterized by globotruncanas.

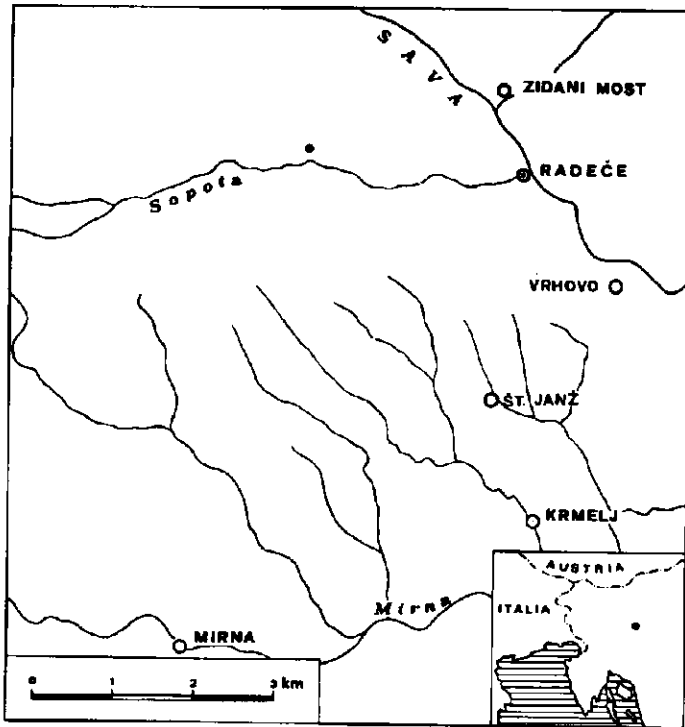


Fig. 1. Location map of the new species of *Acanthochaetetes*
 Abb. 1. Die Lage des Fundortes der neuen *Acanthochaetetes*-
 Art

Systematic part

Helmut W. Flügel

Order Chaetetida Hartmann et Goreau 1972
 Family Acanthochaetetidae Fischer 1970
 Genus *Acanthochaetetes* Fischer 1970

Acanthochaetetes sloveniensis n. sp.

Figs. 2 and 3

Etymology: Named for Slovenia where this species was found.

Diagnosis: Species of the genus *Acanthochaetetes* showing four tubes/square millimeter. The diameter of the tube is about 0.4 mm. In the measurements given the new species differs from the forms of *Acanthochaetetes* so far described (see table 1).

Age designation of species: ? Cenomanian beds of Central Slovenia.

Table 1. The measurements of *Acanthochaetetes sloveniensis* n. sp. compared with those of the other *Acanthochaetetes* forms and with the genus *Tabulospongia*

	Tubes/square millimeter Röhren auf 1 mm ²	Spacing of tube centres Abstand Zentr./ Zentrum	Diameter of lumens Lumen β mm	Thickness of walls Wand- Dicke mm	Thickness of tabulae Böden- Dicke mm	Spacing of tabulae Böden- Abstand mm	Age Alter
<i>A. sloveniensis</i> n.sp.	4	0.5	variable variabel 0.35-0.45	0.025-0.1	0.025	0.2-1.5	Cenomanian?
<i>A. foroiulienensis</i> (ZUFF.-COM.)	4-9	0.45	0.35	0.1	-	1	Oxfordian Oxford
<i>A. seunessi</i> FISCHER	1-1.5	0.6-1.2	variable variabel	0.05-0.16	-	0.1-1.3	Albian, Cenomanian Alb., Cenoman
<i>A. ramulosus</i> (MICH.)	2-4	0.35-0.70	variable variabel	0.45-1.2	0.2	0.2-2.0	Albian, Cenomanian Alb., Cenoman
<i>T. vellei</i> (HART. & GOR.)			0.3-0.6	0.06-0.07	0.02-0.1	0.05-0.5	Recent Recent
<i>T. horiguchii</i> MORI			0.4-0.6	0.05-0.06	0.01-0.03	0.5-1.5	Recent Recent
<i>T. japonica</i> MORI			0.4-0.6	0.02-0.09	0.02-0.05	0.1-1.2	Recent Recent

Repository: Holotype 3861 stored in the collection of the Katedra za geologijo in paleontologijo, Ljubljana University, 61000 Ljubljana.

Description: From the thin sections made of the pebble, a stock 45×26 mm is evident. Its true thickness could not be measured due to the one-sided polishing of the specimen. The present thickness exceeds eight mms. As to the astrorhizae, nothing could be supposed since the surface is unknown. No references are given to spicules. The cellular tubes are irregular or nearly polygonal having round or slightly elliptic lumina. The straight tubes are divided by mostly horizontal or slightly inclined tabulae. In a longitudinal section two types of the tabulae are recognized: thin flat tabulae, and thicker tabulae showing an arched top end. From the transversal section the centripetal growth of the tabulae could be supposed. Thereby a small central pore pierces the tabulae. No wall openings were seen, spines, however, are well developed reaching up to 0.075 millimeter in length. The tubes are reproduced by intramural offsets.

The measurements of the new species are compared with those of the other *Acanthochaetetes* forms known till now, and with the genus of *Tabulospongia*. The latter is characterized by a similar structure of the calcitic skeleton (table 1).

Discussion. In 1970 J.-C. Fischer established the genus of *Acanthochaetetes* and assigned it to the family Acanthochaetetidae together with *Septachaetetes* Rios et al. and *Tiplochaetetes* Weisermel, all being referred to Hydrozoa. He believed this genus to be composed of Oxfordian and Cenomanian forms respectively. Their microstructure has been described by J.-C. Fischer & J. Lafuste in 1972. Later astrorhizae have been seen in *Acanthochaetetes* (J. P. Cuif et al., 1973). The question of classification then arose as both stromatoporoids and sclerosponges exhibit such a microstructure. W. D. Hartmann and T. F. Goreau recommended an assignment to the sclerosponges

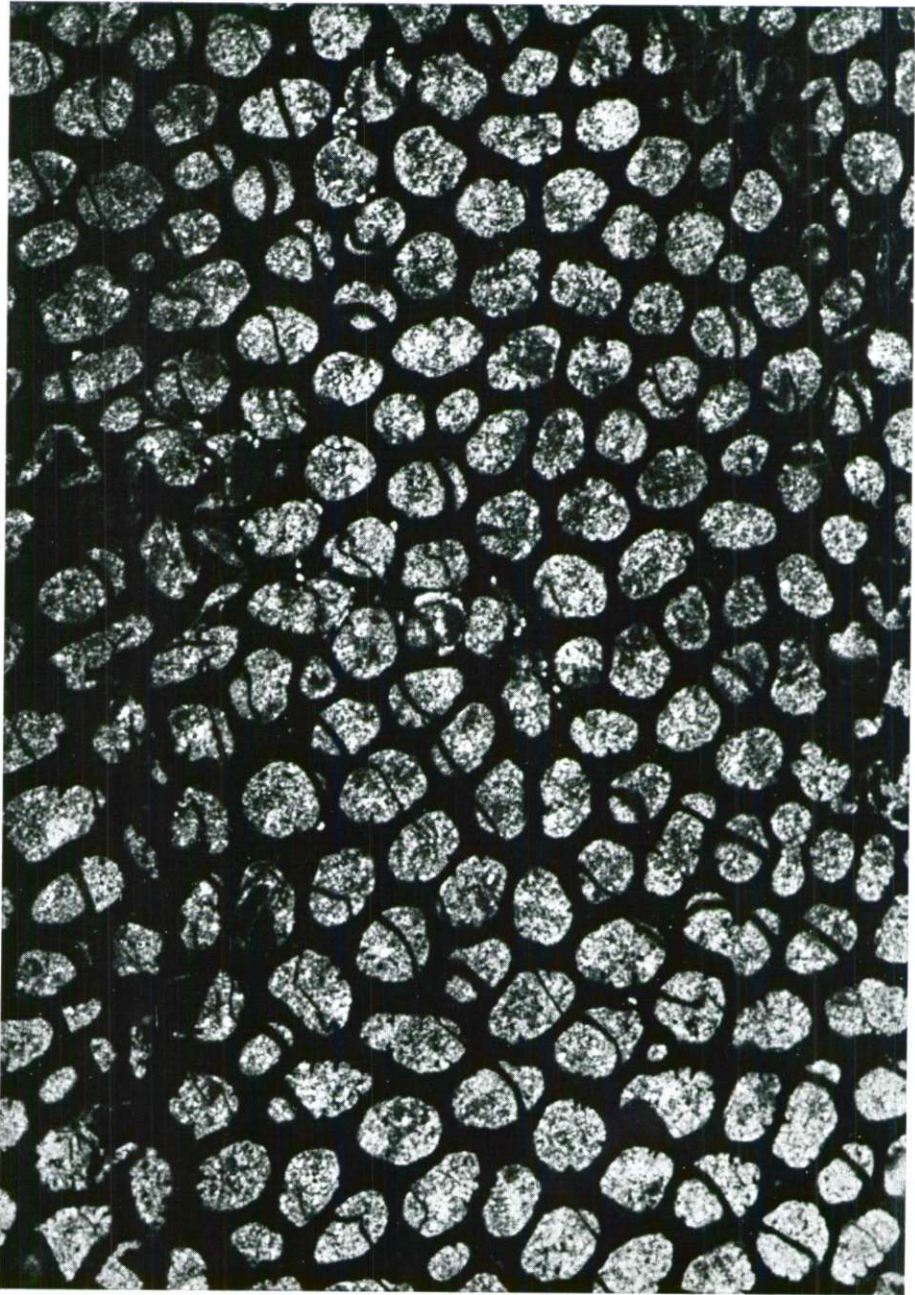


Fig. 2. *Acanthochaetetes sloveniensis* n. sp., transverse section, 12 ×
Abb. 2. *Acanthochaetetes sloveniensis* n. sp., Querschliff. × 12



Fig. 3. *Acanthochaetetes sloveniensis* n. sp., longitudinal section, 17 ×
Abb. 3. *Acanthochaetetes sloveniensis* n. sp., Längsschliff. × 17

pointing out recent material from the Pacific region characterized by the calcitic skeleton corresponding to *Acanthochaetetes*. In addition siliceous spicules were observed. Mesozoic forms, however, show no spicules. W. D. Hartmann and T. F. Goreau placed the family of *Acanthochaetetidae* in the new order of *Tabulospongia*.

Additional recent forms, characterized as having a calcitic skeleton like *Acanthochaetetes*, led to a rediscussion of the latter. According to K. Mori (1976, 1977) spicules are a distinctive mark of recent forms in comparison with *Acanthochaetetes*. Therefore, they should be assigned to a new genus of *Tabulospongia* belonging to *Sclerospongia*. The question of the classification of *Acanthochaetetes* without spicules remains, however, completely open.

The spicules occur within the living tissue. That is why they could hardly be found in fossil forms. Noteworthy are the observations of L. S. Land (1976) on a species of *Sclerospongia* named *Ceratoporella nicholsoni* showing free siliceous spicules. He believed that the spicules could easily be removed. Most likely they are taken away by biological processes set in already before an organism dies out. These observations render the examination of *Acanthochaetetes* difficult, as well as Mori's supposition according to which *Acanthochaetetes* and *Tabulospongia* are to be regarded as two different genera, even belonging to different classification groups. In this respect the tabulae attract attention with their centripetal growth. Such growth occurs, however, in *Tabulata* (*Favosites*) too. Therefore this could not be useful for a proper classification.

References

- Cuif, J.-P. et al. 1973, Présence d'astrorhizes chez les Chaetetida mésozoïques. C. R. Acad. Sc. Paris, Ser. D, 2473—2476, 1 planche, Paris.
- Fischer, J. C. 1970, Revision et Essai de classification des Chaetetida (Cnidaria) post-paléozoïques. *Anales de Paldont.*, 56, (2), 151—220, 35 figures, 6 planches, Paris.
- Fischer, J.-C. & Lafuste, J. 1972, Nouvelles observations sur la paléohistologie du genre *Acanthochaetetes* (Hydrozoa, Chaetetida). *Bull. Soc. Geol. France* (7), 14, 320—324, 9 figures.
- Hartmann, W. D. & Goreau, T. F. 1975, A Pacific *Tabulata* Sponge, Living Representative of a new order of *Sclerosponges*. *Postilla Peabody Mus. Yale Univ.*, 167, 14 p., 7 plates.
- Land, L. S. 1976, Early Distribution of Sponge Spicules from Reef Sediments, North Jamaica. *Journal Sediment. Petrol.*, 46, 967—969, 3 figs., Lawrence.
- Mori, K. 1976, A New Recent *Sclerosponge* from Ngargol, Palau Islands and Its Fossil Relatives. *Sci. Rep. Tohoku University*, 46, 1—9, 6 plates, Sendai.
- Mori, K. 1977, A Calcitic *Sclerosponge* from the Ishigakishima Coast, Ryukyu Islands, Japan. *Sci. Rep. Tohoku University*, 47, 1—5, 2 plates, Sendai.

UDK 58.016.3.551.761 (497.12) = 863

Konodonti v triadnem apnencu pri Prikrnici

Conodonts from the Triassic limestone at Prikrnica village

Katarina Krivic in Božo Stojanovič
Geološki zavod, 61000 Ljubljana, Parmova 33

Vzorčevani profil triadnih plasti pri vasi Prikrnica severozahodno od Moravč je debel 40 metrov. Od tega odpade okrog 3 m na dolomitno brečo in temno sivi dolomit, 37 m pa na ploščasti mikritni apnenc, bogat s konodonti vrste *Pseudofurnishius murcianus* van den Boogaard, ki jo spremljata rodova *Enantiognathus* in *Hindeodella*. Konodonti kažejo na zgornjeladinsko-spodnjekarnijsko starost apnenca.

A Triassic section exposed at Prikrnica village north-west of Moravče was sampled for conodonts. Its lowermost part consisting of dolomitic breccia and dark gray dolomite is 3 meters thick. The upper part is made up of a plate-like micritic limestone some 37 meters thick. The later appears to be rich in conodont form *Pseudofurnishius murcianus* van den Boogaard accompanied with *Enantiognathus* and *Hindeodella*. The conodont assemblage proves Upper Ladinian-Lower Carnian age of the limestone examined.

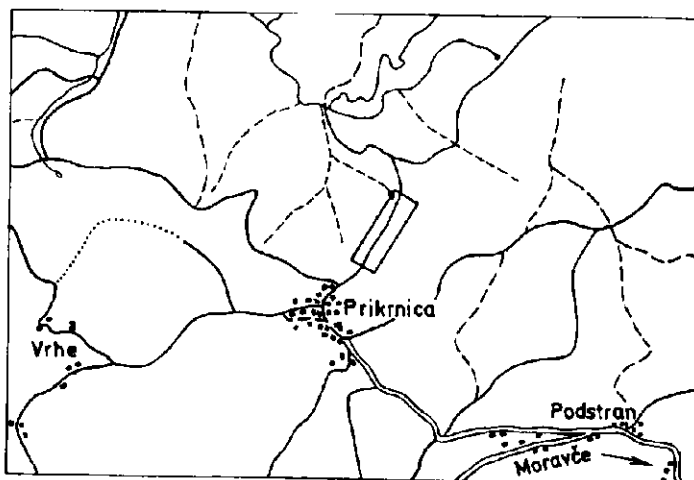
Uvod

F. K o s s m a t (1884) je uvrstil apnenc pri Prikrnici v stopnjo školjkovitega apnenca. Med kartiranjem lista Ljubljana osnovne geološke karte SFR Jugoslavije smo profil apnenca večkrat vzorčevali. Po makrofosilih se ni dalo sklepati na starost apnenca. Naposled smo leta 1976 uspeli zbrati vzorce s konodonti.

Opis profila

Profil leži ob kolovozni poti pri vasi Prikrnica severozahodno od Moravč. Prične se s črno dolomitno brečo nad tektonskim kontaktom s srednjetriadnim dolomitom. Breča je tektonska, njeno vezivo je mikritno z glinasto primesjo. Sledi ji temno siv precej zdrobljen dolomit. Ves ostali del profila sestoji iz črne ploščatega apnenca z belimi kalcitnimi žilicami, limonitiziranimi razpokami in s stilolitnimi šivi. S kalcimetrom določena množina CaCO_3 je 88,5 % do 95,3 %. Večina vzorcev sestoji iz mikrita, manj je mikrosparita. Debelozrnati intrasparitni in intramikritni vzorci so redki. Tu in tam vsebuje apnenc ostanke moluskov, ehinodermov in foraminifer.

Konvolutna laminacija apnenca kaže na okolje kalnih tokov.



Sl. 1. Nahajališče konodontov Prikrnica
Fig. 1. Locality of conodonts at Prikrnica

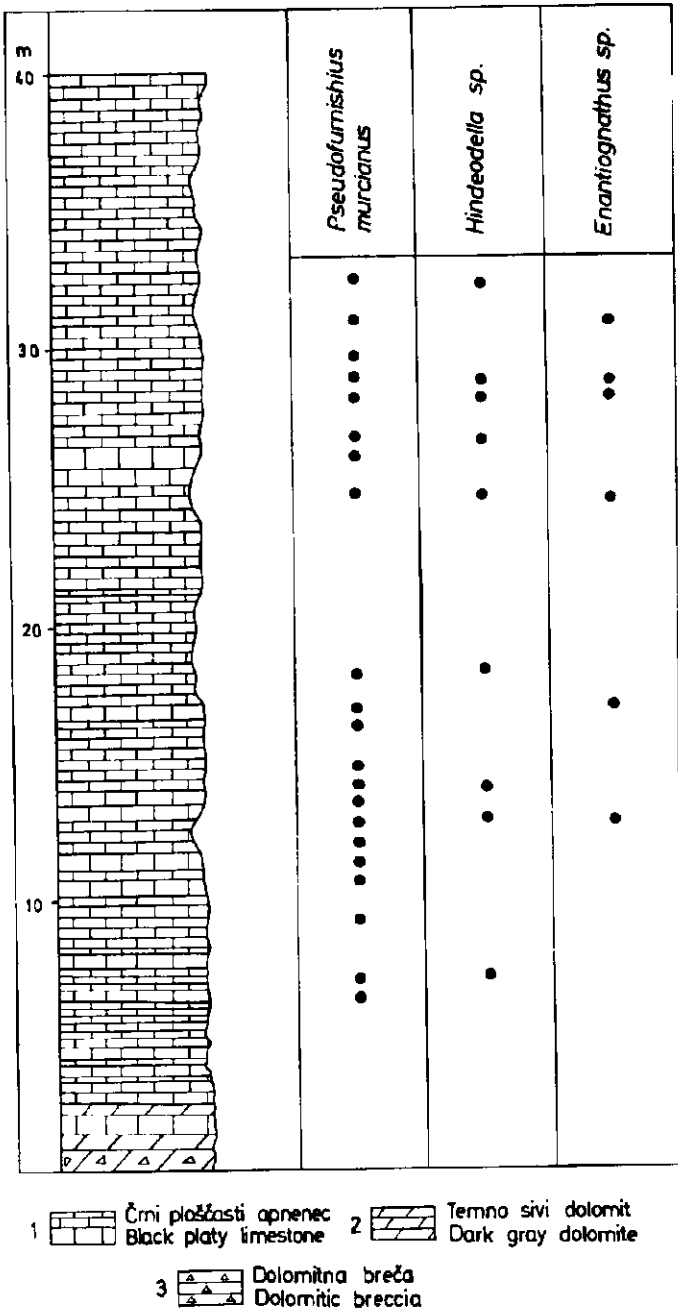
Spodnji del profila je brez mikrofosilnih ostankov. Sledijo vzorci z bolj ali manj številnimi konodonti, od 50 vzetih vzorcev jih je vsebovalo 27 vrsto *Pseudofurnishius murcianus* van den Boogaard, ki jo spremljata *Hindeodella* (*Metaprioniodus*) *suevica* (Tatge) in *Enantiognathus zieglerei* (Diebel). V sredini profila se pojavi vrzel v konodontni favni. Nato zopet sledijo plasti s predstavniki istih treh konodontnih vrst kot pod vrzeljo. Poleg konodontov so pogosti ribji zobčki. Vrhnji del profila je povsem sterilen.

Opis konodontov

Pseudofurnishius murcianus van den Boogaard 1966

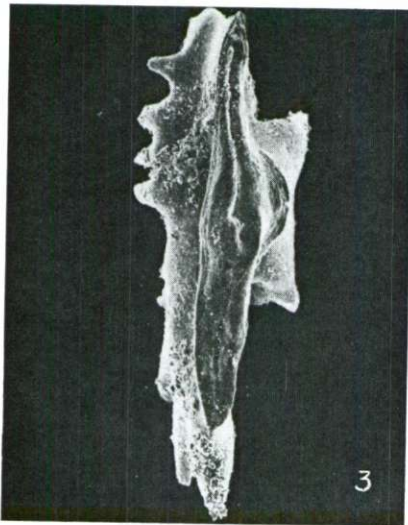
Tab. 1, sl. 1—4, tab. 2, sl. 1

- 1972 *Pseudofurnishius murcianus* van den Boogaard — F. Hirsch, P. 2, Fig. 3—8.
- 1972 *Pseudofurnishius murcianus* van den Boogaard — H. Kozur, Taf. 2, Fig. 14—18.
- 1973 *Pseudofurnishius murcianus* van den Boogaard — van den Boogaard & O. J. Simon, 16, Pl. 1, figs. b, d—f, Pl. 2, figs. f, g, k, l.
- 1974 *Pseudofurnishius murcianus* van den Boogaard — D. B. Eicher & L. C. Mosher, 737, Pl. 1, figs. 1—14, 17, 19, 23, 26, 32, 33, 35—38, 41—44, Pl. 2, figs. 1—5.
- 1977 *Pseudofurnishius murcianus* van den Boogaard — A. Ramovš, 364, Abb. 3, Fig. 1 a—c, 2 a—c, 3, 4 b, Abb. 4, Fig. 1 a—b, 2 a—b, 3 a—c, 4 a, 5 a—b, 6, 7, Abb. 5, Fig. 1 a—c, 2 a—c, 3, 4 a—b, Abb. 6, Fig. 1 a—b.



Sl. 2. Razširjenost konodontov v profilu triadnih plasti pri Prikrnici
Fig. 2. Distribution of conodonts in the Triassic section from Prikrnica

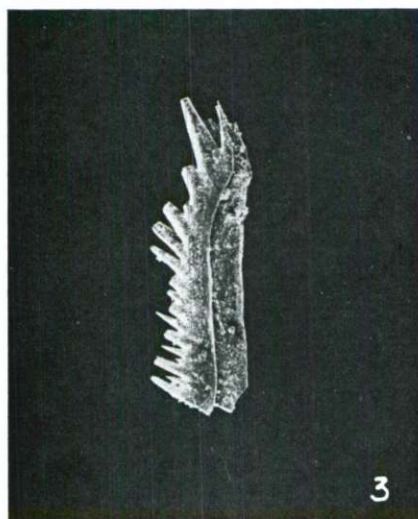
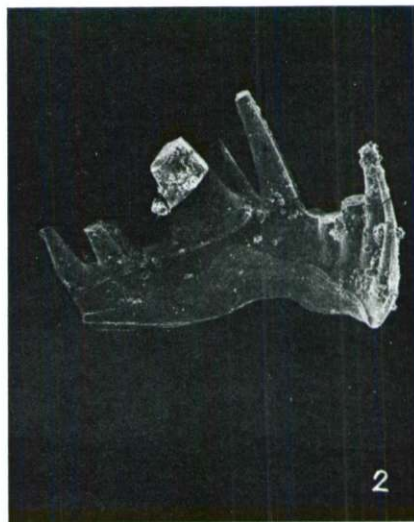
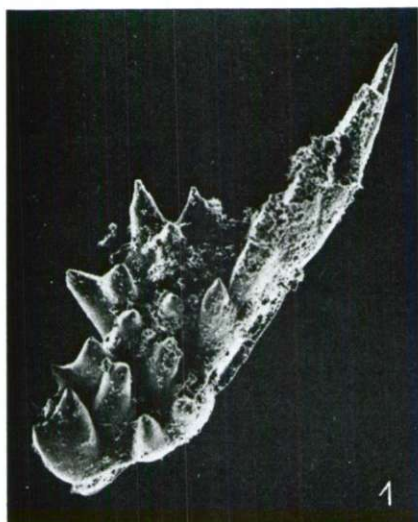
Tabla 1 — Plate 1



Sl. 1—4 — Figs. 1—4

Pseudofurnishius murcianus van den Boogaard 1, 2, 3 \times 120, 4 \times 300

Tabla 2 — Plate 2



Sl. 1 — Fig. 1

Pseudofurnishius murcianus van den Boogaard $\times 120$

Sl. 2 — Fig. 2

Enantiognathus sp., $\times 120$

Sl. 3—4 — Figs. 3—4

Hindeodella sp., $\times 60$

M a t e r i a l : 71 primerkov, povčini dobro ohranjenih. Levi in desni primerki so zastopani z enakim številom. V nekaj primerkih sta levi in desni element združena.

K r a t e k o p i s : Primerki so popolnoma nesimetrični. Platforma je razvita le v eno stran, desno ali levo. Tu so številni zelo močno razviti zobje. Število zob je različno glede na starost in razvitost primerka, večinoma pa se giblje okoli 10. Tudi zobje lista so veliki in dobro izraženi. Nesimetričnost se kaže tudi na spodnji strani primerkov. Bazalna jamica leži na sredini razširjene platforme. Od tu poteka proti zadnjemu delu izrazita bazalna brazda, zelo neizrazita pa je brazda pod listom. Na obeh straneh brazde je močan greben, ki se ob bazalni jamici razširi na isto stran kot platforma.

R a z š i r j e n o s t : Vrsta *Pseudofurnishius murcianus* je bila do sedaj najdena na Sinaju, v Izraelu in Palestini, v Kamerunu, Španiji, južni Franciji, zahodni Srbiji in Sloveniji. V Sloveniji je bila do sedaj najdena v Hudem klancu južno od Rovt, v Korenem, Setniku in na Malem vrhu — južno od Polhovega gradca, na Toškem čelu, pri Domžalah in v okolici Prikrnice pri Moravčah.

Poleg primerkov vrste *Pseudofurnishius murcianus* je v vzorcih nekaj primerkov rodu *Enantiognathus*, ki so slabo ohranjeni. Le nekaj primerkov je določenih in sicer kot vrsta *Enantiognathus zieglerei* (Diebel). Bolj številni so primerki rodu *Hindeodella*. Določena je vrsta *Hindeodella (Metaproniodus) suevica* (Tatge), povčini slabo ohranjena. Posebnost predstavljajo v skupinice združeni primerki te vrste.

Kljub najdbi oblik *Pseudofurnishius murcianus* vprašanje ožje starosti apnenca le ni zanesljivo rešeno. Po primerjavi amonitne razčlenitve srednjetriadnih in zgornjetriadnih plasti na območju Tetide s konodontnimi conami na zahodnem mediteranskem prostoru ustreza oblika *P. murcianus* prehodu med langobardsko in cordevolsko podstopnjo (H. Kozur, 1972). Na drugi strani pa so postavili plasti s to vrsto v Izraelu, Južni Franciji (Provence), Španiji (Cataluña, Majorca, Minorca) v ladinsko stopnjo školjkovitega apnenca. Triadne plasti Betskih kordiljer v jugovzhodni Španiji sta prištela van den Boogaard in O. J. Simon (1973) zgornjeladinski-spodnjekarnijski stopnji. Podoben stratigrafski pomen sta pripisala vrsti *P. murcianus* D. B. Eicher in L. Cameron Mosher (1974), ko sta obravnavala konodontno favno Sinaja in Palestine. A. Ramovš (1977) pa je uvrstil apnenec v okolici Ljubljane z oblikami *P. murcianus* v langobardsko podstopnjo ladinske stopnje.

L i t e r a t u r a

Boogaard M. van den & Simon O. J. 1973, *Pseudofurnishius* (Conodonta) in the Triassic of the Cordilleras, SE Spain. Scripta Geologica, 16, 1—23, Leiden.

Eicher D. B. & Mosher L. C., 1974, Triassic conodonts from Sinai and Palestine. Jour. Paleont., Vol. 48, No. 4, 727—739, Lawrence, Kansas.

Hirsch F. 1972, Middle triassic Conodonts from Israel, Southern France and Spain. Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., Bd. 21, Teil 2, 811—827, Innsbruck.

Kossmat F. 1884, Geološka karta Ljubljana 1:75 000.

Kozur H. 1972, Die Conodontengattung *Metapolygnathus* Hayashi 1968 und ihr stratigraphischer Wert. Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, Bd. 2, 11, 1—37, Innsbruck.

Ramovš A. 1977, Skelettapparat von *Pseudofurnishius murcianus* (Conodontophorida) in Mitteltrias Sloweniens (NW Jugoslawien). N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 153, 3, 361—399, Stuttgart.

UDK 56.016.3 : 551.761.3 (497.12) = 863

Zgornjekarnijski in spodnjenoriški konodonti v okolici Mirne na Dolenjskem

Upper Carnian and Lower Norian conodonts from Mirna in Lower Carniola

Anton Ramovš

Katedra za geologijo in paleontologijo, Univerza v Ljubljani,
61000 Ljubljana, Aškerčeva 12

Kratka vsebina

Za Mirno in okolico je značilen temno sivi gomoljasti biomikritni apnenec z vmesnimi lapornimi in glinenimi polami. Lepo plastovita kame-nina vsebuje konodonte: *Epigondolella abneptis*, *E. nodosa*, *E. permica* in *Gondolella polygnathiformis*. V spodnjem delu apnenca prevladuje ploščasti element *polygnathiformis*, prehodna oblika med *G. polygnathiformis* in *nodosa* in element *E. nodosa*. Ta plast ustreza zgornjemu delu cone *subbullatus* in spodnjem delu anatropitnega področja. Srednji del apnenca s prevladujočim elementom *E. nodosa* in z elementi *E. permica*, *G. polygnathiformis* in njeno prehodno obliko v element *E. nodosa* se uvršča v vrhnji del tuvalske podstopnje (= cona *macrolobatus*). Naj-tanjša vrhnja pola apnenca z elementi *E. abneptis*, *E. nodosa* in *E. per-mica* predstavlja najnižji del noriške stopnje (= cona *kerri*).

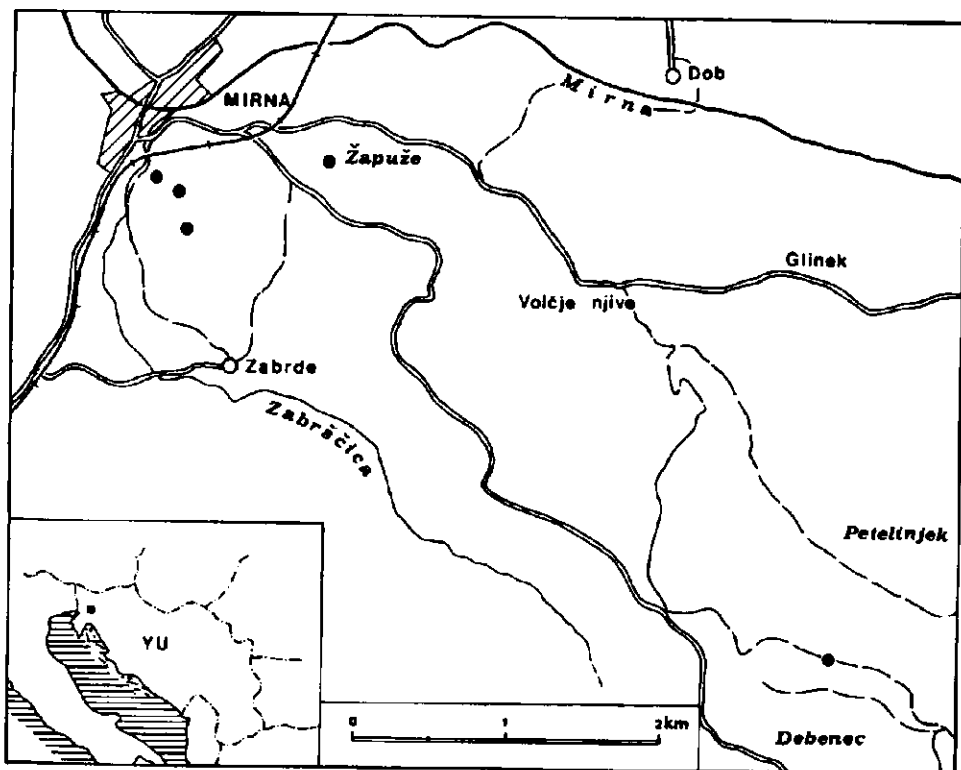
Abstract

In the Mirna valley of Lower Carniola a dark gray nodular limestone occurs interbedded with marl and claystone. The rock is well stratified and marked by the persistent occurrence of the conodonts: *Epigondolella abneptis*, *E. nodosa*, *E. permica*, and *Gondolella polygnathiformis*. By the vertical distribution of these elements the following zones were identified: The lowest limestone bed is characterized by the plate-like element of *Gondolella polygnathiformis* indicating the upper part of the *subbullatus* zone and the lower part of the *anatropites* zone. In the middle *Epigondolella nodosa* prevails associated with *Epigondolella per-mica* and *Gondolella polygnathiformis*. Thereby the *macrolobatus* zone of the late Tuvalian substage is indicated. The thin top limestone layer belongs to the *kerri* zone of the early Norian stage as shown by the assemblage of *Epigondolella abneptis*, *E. nodosa*, and *E. permica*. The plate-like conodonts mentioned above are described in detail.

Uvod

Po projektu Mezozoik Slovenije sem raziskal 36 konodontnih vzorcev iz temno sivega mikritnega apnenca v Mirni in okolici (sl. 1). Največ vzorcev sem nabral v obeh kamnolomih na južnem koncu Mirne; med njimi je večina pozitivnih. Vzorceval sem še na griču nad kamnolomoma; tu je le eden od vzorcev vseboval drobce ploščastih konodontov, drugi pa je bil prazen. Od treh vzorcev z griča Zapuže, vzhodno od Mirne, ni noben vseboval konodontov, uporabnih za parastratigrafsko razčlenitev plasti. Zelo pomembno pa je najdišče ob cesti Mirna—Debenec—Trebelno z značilnimi ploščastimi elementi. Fotografije je posnela Irena Hrovat na elektronskem mikroskopu stereoscan-JEOL JSM-P15.

Izraze, uporabljene pri opisu konodontov, pojasnjujejo slike na tabli 1.



Sl. 1. Skica kaže, kje so bilizeti konodontni vzorci apnenca pri Mirni na Dolenjskem
Fig. 1. Location map of the sampling sites at Mirna in Lower Carniola

Dosedanja raziskovanja

C. Germovšek (1955, 121—122 in priložena geološka karta v merilu 1 : 50 000) je označil na geološki karti zahodno od Mirne ozek pas kamenin kot »ladinsko-rabeljski skrilaenci in apneneci«, ki leže na srednjetriadnem in zgornjetriadnem dolomitu, oziroma na ladinskem in zgornjetriadnem dolomitu.

Natančneje starosti ni mogel določiti, ker ni imel fosilnih ostankov. Germovškov pas apnenca zajema vsaj starejši kamnolom nad hišo Mirna 115. Južnozahodno in zahodno od tega pasu je na njegovi geološki karti označen srednjetriadni in zgornjetriadni dolomit, ki visi proti severovzhodu, to je pod apnenec. Na območju dolomita je najbrž tudi drugi, mlajši kamnolom, ki pa takrat še ni bil odprt.

A. Ramovš (1975, 105—106) je določil v starem kamnolomu južno od železniške postaje Mirna na podlagi konodontov cono *polygnathiformis*, to je tuvalsko podstopnjo karnijske stopnje, ki jo dokazujejo tudi ostanki tropitidne favne.

Na novi geološki karti SFRJ, list Novo mesto v merilu 1 : 100 000 so uvrstili plasti Mirne in okolice v spodnji del ladinske stopnje; sestojijo iz sivega plastnatega dolomita, tufa in tufita, glinovca, apnenca in kremenastega apnenca, dolomitne breče in konglomerata. Na južni strani griča z mirenskima kamnolomoma je vrisan dolomit z gomolji roženca. Na Žapužah pa je anizični dolomit z vključki apnenca (M. Pleničar, U. Premru & M. Herak, 1975).

Stratigrafski pregled

Zgornjekarnijske in spodnjenoriške apnenčeve in laporne plasti so najlepše odkrite v obeh kamnolomih na južnem koncu Mirne na zaletišču skakalnice okoli 100 m južnovzhodno od mlajšega kamnoloma, ki je vsekano v živo skalo. Povsod prevladuje temno siv, pogosto marogasti apnenec, ki je delno skladnat, delno ploščast. Pogosto je gomoljast, predvsem po zgornji strani plasti. Površje plasti je največkrat vegasto in pokrito z neravnimi lapornimi prevlekami. Apnenec je delno bituminozen in le redko prepreden z belimi kalcitnimi žilicami. Ponekod vsebuje gomolje in daljše nepravilne leče črnega roženca. V skladovnici je nekaj značilnih plasti debelo gomoljastega apnenca, ki kaže na razpadajočem površju videz konglomerata (gl. sl. 2, vzorec 18). Vendar ne gre za mehansko usedlino; njena struktura se je razvila v zgodnji diagenezi, ko se je iz lapornega blata zgostil apnenec v različne gomoljaste oblike, ki jih je obdal laporasti ali glineni material. Med takšnimi gomolji in drugim delom kamenine so vmesni prehodi, kar so potrdile tudi preiskave zbruskov. Seveda v »vezivu« ni nikjer peščenega ali drobnega konglomeratnega materiala, ki bi ga pričakovali v grobem konglomeratu. Tudi konodontni elementi so v »gomoljih« isti kot so v plasti pod gomoljastim apnencem in nad njim.

V zbrusku je apnenec homogen biomikrit s pogostnimi bioturbatnimi pojavi. Med fosilnimi ostanki so pogostne radiolarije in prekrystalizirane foraminifere, posamični so juvenilni amoniti, v nekaterih plasteh pa je vse polno ostankov lebdečih krinoidov. Po površju plasti se dobe posamični slabo ohranjeni ostanki involutnih amonitnih hišic, nekatere bolj ohranjene imajo tropitidne značilnosti (A. Ramovš, 1975, 106).

V obeh kamnolomih sem sistematično vzorčeval 25 plasti. Konodonti so pokazali, da so plasti v obeh kamnolomih različno stare in pripadajo dvema strukturama. V južnejšem, mlajšem kamnolomu (sl. 3) in v useku zaletišča skakalnice je pokončna guba s širokim temenom, ki je v sredini prelomljena. V zahodnem delu gube je več vzporednih prelomov in plasti so med njimi precej dislocirane (sl. 4). Os gube tone proti severu; v njenem jedru so v kamnolomu



Sl. 2. Severni del starega mirenskega kamnoloma z označenimi konodontnimi vzorci
 Fig. 2. Sampling points in the northern side of the old Mirna quarry

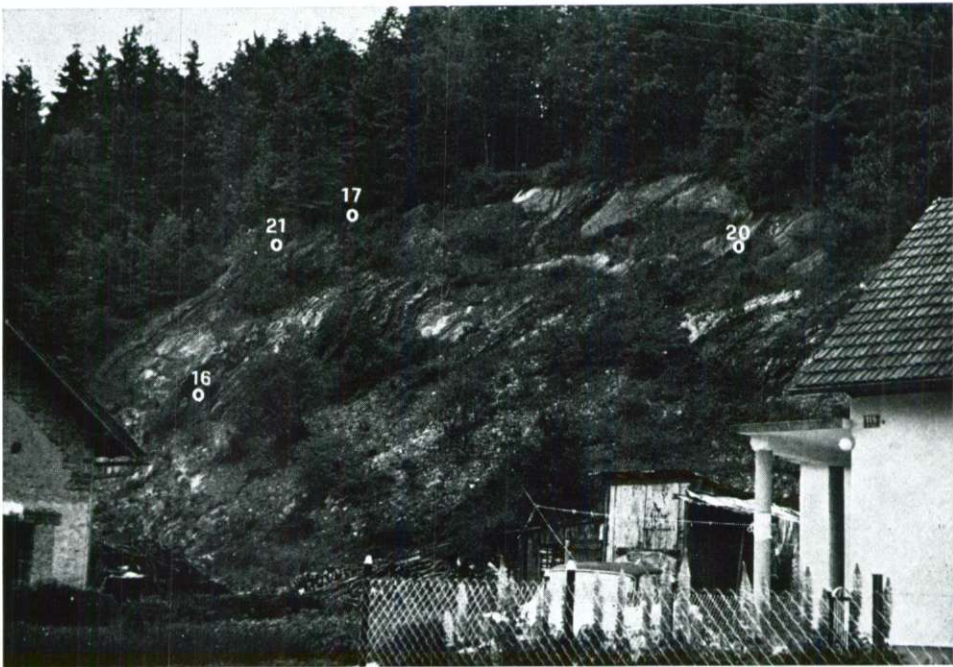


Sl. 3. Vzorčevani del apnenca v novem mirenskem kamnolomu z označenimi konodontnimi vzorci
 Fig. 3. The limestone section of the new Mirna quarry sampled for conodonts



Sl. 4. Teme gube v novem mirenskem kamnolomu; desno krilo je večkrat prelomljeno in dislocirano, premaknjeno

Fig. 4. The fold crest as it appears in the new Mirna quarry. Its right side is faulted and displaced



Sl. 5. Stari mirenski kamnolom z označenimi konodontnimi vzorci

Fig. 5. Sampling points in the old Mirna quarry

odkrite najstarejše plasti. Vzhodno antiklinalno krilo je lepo razvito, kar je omogočilo sistematično vzorčevanje.

V starem kamnolomu (sl. 5) je ležeča guba z vodoravno osno ravnino in jedrom v zahodnem koncu kamnoloma. Proti vzhodu prehajajo plasti v normalno vzhodno krilo. Na zahodni strani pa plastnati apnenec konkordantno vpada pod sivi zrnati skladnati dolomit, ki vsebuje sprva malo roženčevih gomoljev, više pa čedalje več.

Raziskave so zajele še grič nad kamnolomoma, ki ga na jugu omejuje dolina Zabrdšice. Po griču je več majhnih opuščenih kamnolomov, kjer so Mirenčani lomili trde sklade apnenca za lokalne potrebe. Plasti pripadajo strukturam, ki se vlečejo iz kamnolomov proti jugu.

Podoben apnenec z vložki laporja ali glinovca je tudi na zahodnem koncu hriba Žapuže (viš. kota 317) vzhodno od Mirne. Po griču mole na površje le posamične skale, nekaj plasti pa so odkrili v majhnem opuščenem kamnolomu in v krajšem jarku, kjer so bili vzeti trije vzorci.

Zelo pomembno je najdišče ploščastih konodontnih elementov ob cesti Mirna—Debenec—Trebelno. Severno od Debenca je na površju nekaj plošč črnega apnenca, ki predstavljajo najvišji del mirenškega karnijskega razvoja. Konkordantno na njih leži tudi tu zrnati dolomit z roženci.

Opis konodontov

Ordo *Conodontophorida* Eichenberg, 1936
 Superfamilia *Gondolellacea* Lindström, 1970
 Familia *Gondolellidae* Lindström, 1970
 Genus *Epigondolella* Mosher, 1968

Epigondolella abneptis (Huckriede)

Tab. 2, sl. 3

1958 *Polygnathus abneptis* n. sp. — R. Huckriede, 156—157, Taf. 11, Fig. 33, Taf. 12, Fig. 30—36 b, Taf. 14, Fig. 1, 2, 3, 5, 12—14, 16—22, 26, 27, 47—58.

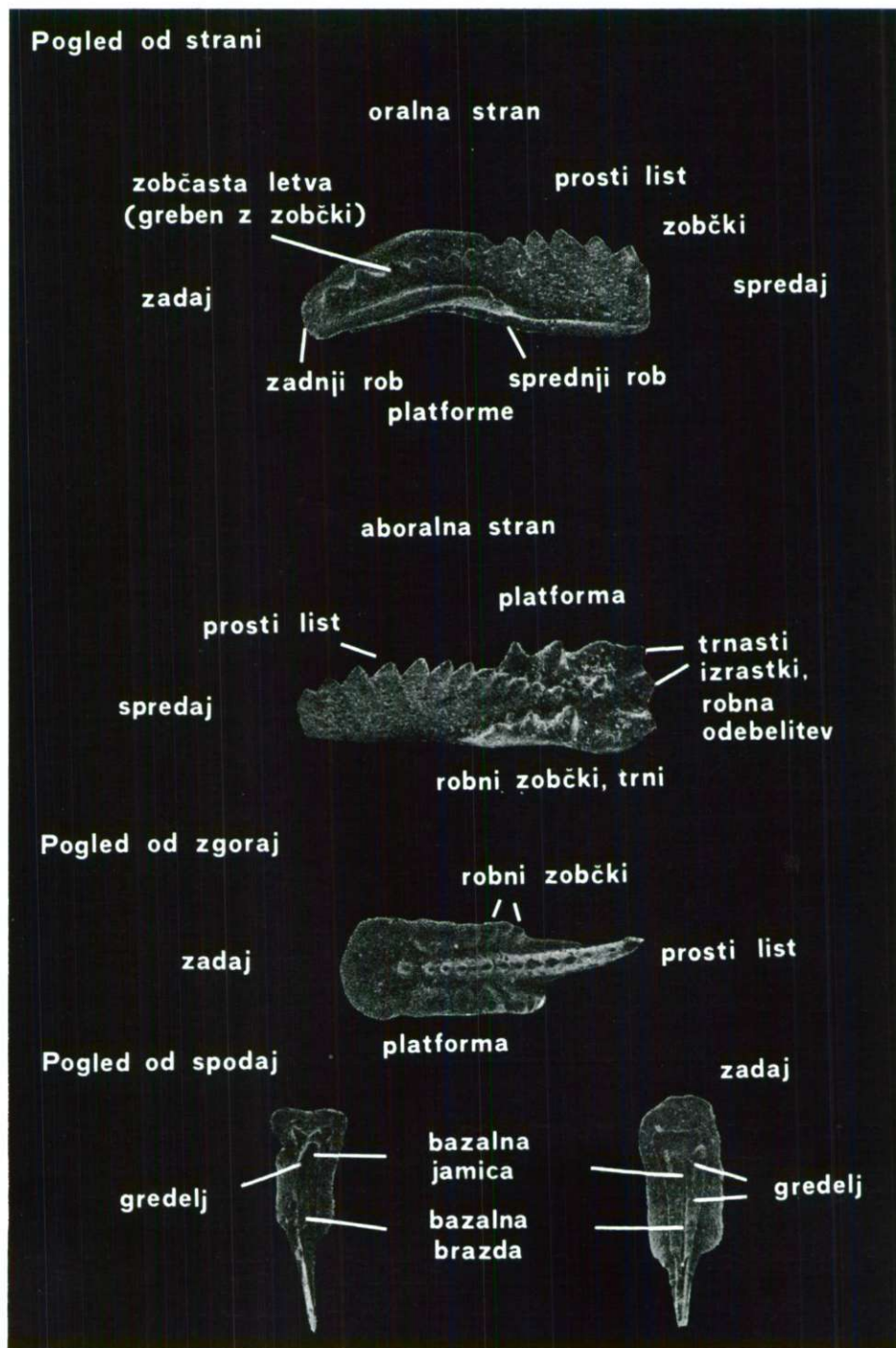
1973 *Epigondolella abneptis* (Huckriede). — L. Krystyn, Taf. 4, Fig. 1—3.

Material: dva cela elementa.

Opis: Nesimetrična platforma je krajša od polovice celotne dolžine in je podobna enakokrakemu trikotniku. Njen sprednji rob karakterizirajo na eni strani trije visoki in široki trnasti izrastki, na nasprotni strani pa dva podobna trna, od katerih je zadnji precej močnejši od sprednjega. Na razširjenem valovitem zadnjem robu platforme je na enem oglu precej močan robni trnasti izrastek, na nasprotnem oglu in približno v sredini pa sta izraziti robni odebelitvi. Prosti list je visok, značilno enakomerno izbočen in nosi deset koničastih zob-

Tabla 1

Terminologija pri opisanih ploščastih konodontih



čkov, ki stoje tesno drug ob drugem; peti zobček je najmočnejši in najvišji. Na zadnjem delu zobčaste letve so še trije prosto stoječi zobčki: zadnji od njih je najmočnejši in večja vrzel ga loči od zobčka pred njim.

Visok in širok gredelj se za ozko ovalno bazalno jamico razširi in se s krajšima krakoma še nekoliko podaljša proti ogloma na zadnjem robu platforme. Bazalna brazda je ozka in delno zabrisana.

E. abneptis močno prevladuje v najnižjem delu noriške stopnje (*cona kerri*) in se pojavlja skupaj z elementoma *E. nodosa* in *E. permica*, medtem ko kaže, da *G. polygnathiformis* zginje na meji karnijske in noriške stopnje, pojavlja pa se posamič v tipičnem razvoju z močno razširjeno platformo na zadnjem delu že tudi v najvišjem delu anatotipnega področja (L. K r y s t y n , 1973, 134).

Pri Mirni je najdena *E. abneptis* samo severno od Debencia, kjer spremlja elementa *E. nodosa* in *E. permica*.

Epigondolella nodosa (Hayashi)

Tab. 2, sl. 2 in tab. 3, sl. 2, 4 in 5

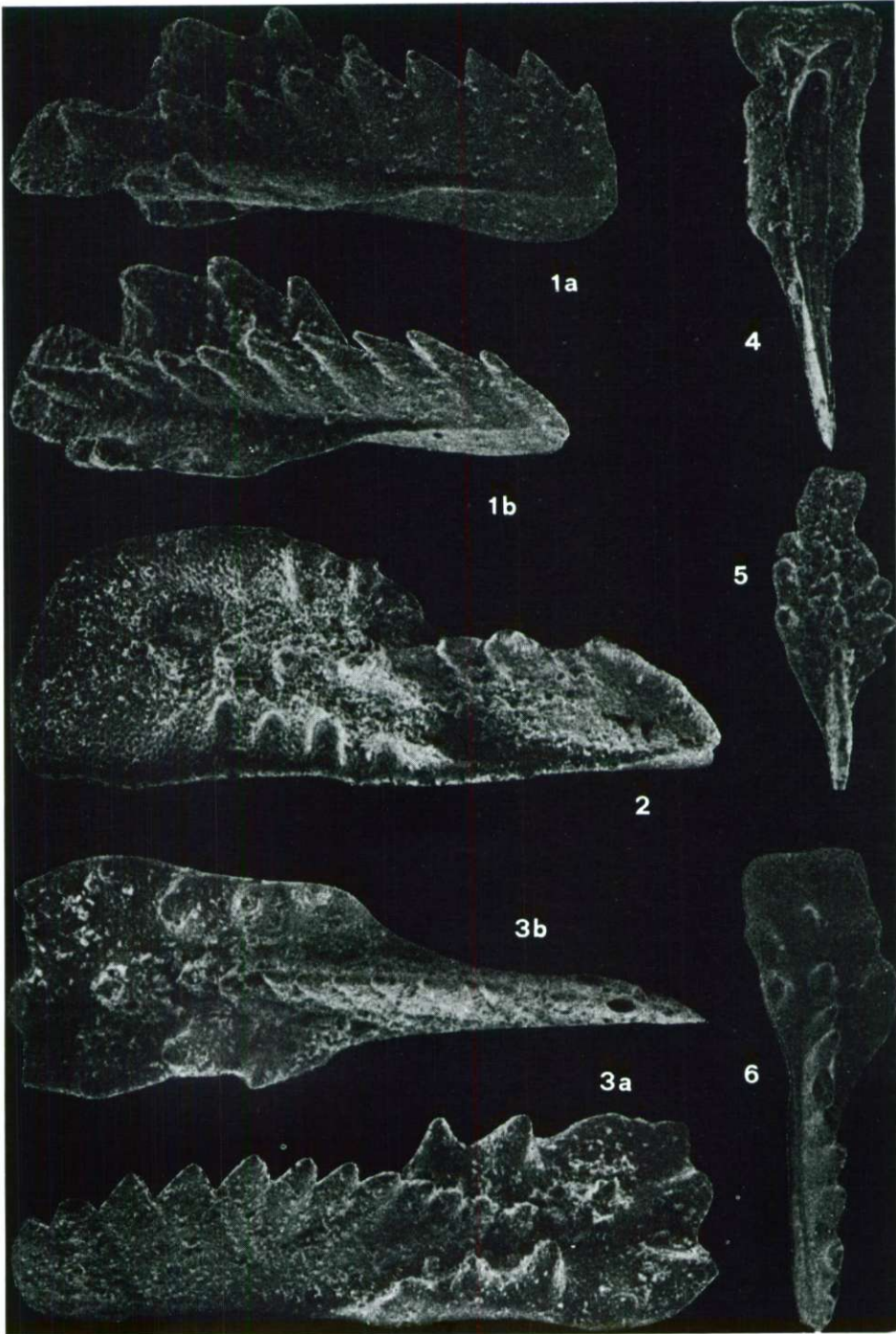
1973 *Epigondolella nodosa* (Hayashi). — L. K r y s t y n , 138—139, Taf. 3, Fig. 2—4.

Material: 34 primerkov in precej drobcev.

Opis: Ozka ali zelo ozka in ob stranskih robovih odebeljena platforma je pokrita z drobnimi jamicami in zavzema skupaj s klinastim sprednjim delom približno 2/3 celotne dolžine. Sprednja robova platforme karakterizirajo topi vozlički, ki so zelo izraziti ali pa le nakazani in jih ločijo plitvi brazdasti zažetki med seboj. Število niha od tri do šest. Vozlički niso na obeh straneh enako veliki in ne stoje povsem simetrično. Zadnji rob platforme je rahlo izbočen, raven ali lahko usločen, je brez vozličkov, redko lahko valovit. Prosti del lista je visok in nosi šibke ali precej močne zobčke s prostimi konicami; zobčki so zraščeni med seboj. Sprednji in srednji del zobčastega lista je v srednjem delu lahko ali precej močno izbočen in ima navadno šest do deset različno velikih zobčkov. Izjemoma ima list do 14 zobčkov, ki se po velikosti dosti manj ločijo med seboj kot se razlikujejo zobčki pri primerkih z manjšim številom zobčkov. V zadnji tretjini lista so trije, redko štirje prosto stoječi nizki stožčasti zobčki. Zadnji med njimi je nekoliko večji od drugih. Pri nekaterih primerkih doseže

Tabla 2

- Sl. 1. *Epigondolella permica* (Hayashi). 1 a od strani, 1 b poševno od zgoraj
 Sl. 2. *Epigondolella nodosa* (Hayashi). Poševno od zgoraj
 Sl. 3. *Epigondolella abneptis* (Huckriede). 3 a poševno od strani, 3 b od zgoraj
 Sl. 4. *Epigondolella permica* (Hayashi). Od spodaj
 Sl. 5. *Epigondolella* n. sp. ex aff. *permica* (Hayashi). Od zgoraj. Ker je bil najden samo ta primerek, prilagam tu le fotografijo
 Sl. 6. *Epigondolella permica* (Hayashi). Poševno od zgoraj



prosti del lista največjo višino že pri prvih dveh zobčkih in se nato višina lista hitro znižuje.

Razločna bazalna brazda se malenkostno razširi v ozko ovalno bazalno jamico. Obdajajoči široki, vendar nizki gredelj se značilno rogovilasto cepi in konici rogovil sta usmerjeni proti zadnjima ogloma platforme. Bazalna jamica leži precej pred rogovilasto cepitvijo.

Ta vsesplošno razširjena oblika se pojavlja v višjem delu tuvalske podstopnje (anatotritno področje oziroma cona *macrolobatus*) in v nižjem delu spodnjeneriške stopnje (cona *kerri*) (L. Krystyn, 1973, 139). Verjetno seže pri Mirni še v zgornji del cone *subbullatus*.

E. nodosa spremnja v nižjem delu apnenčeve in laporne skladovnice ploščasto obliko *G. polygnathiformis*, v njenem višjem delu pa je skupaj s ploščastim elementom *E. permica*. V vrhnjih plasteh apnenca se pojavlja skupaj z elementoma *E. abneptis* in *E. permica*.

E. nodosa se je razvila iz oblike *G. polygnathiformis*, sledila pa ji je stratigrafsko mlajša *E. permica* (cf. L. Krystyn, 1973, 139).

Epigondolella permica (Hayashi)

Tab. 2, sl. 1, 4 in 6; tab. 3, sl. 6.

1968 *Gladigondolella abneptis* var. *permica* var. nov. — Hayashi, 69, pl. 2, fig. 3 a—c.

1973 *Epigondolella permica* (Hayashi). — L. Krystyn, 140, Taf. 3, Fig. 5, Taf. 5, Fig. 1—3.

Material: osem primerkov.

Opis: Nesimetrična platforma je po kratkem sprednjem topem nastavku v grobem pravokotna ali nepravilne oblike in ima v višini bazalne jamice na vsaki strani različno velik zažetek. Redko je zažetek na eni strani le slabo nakazan. Na vsaki strani platforme so pred zažetkom nesimetrično razporejeni močni robni zobčki, na eni strani eden ali dva, na drugi pa navadno dva ali trije. Rob platforme je za zažetkom gladek in brez zobčkov. Na sprednjem delu lista je okoli devet prosto stoječih koničastih zobčkov, nasproti robnih zobčkov pa so zobčki na grebenu šibki in stoje bolj narazen; zadnji je odebeljen in razpotegnen proti zadnjemu robu.

Tabla 3

Sl. 1. *Gondolella polygnathiformis* Budurov & Stefanov. 1 a od strani, 1 b poševno od zgoraj

Sl. 2. *Epigondolella nodosa* (Hayashi). 2 a poševno od strani, 2 b od zgoraj

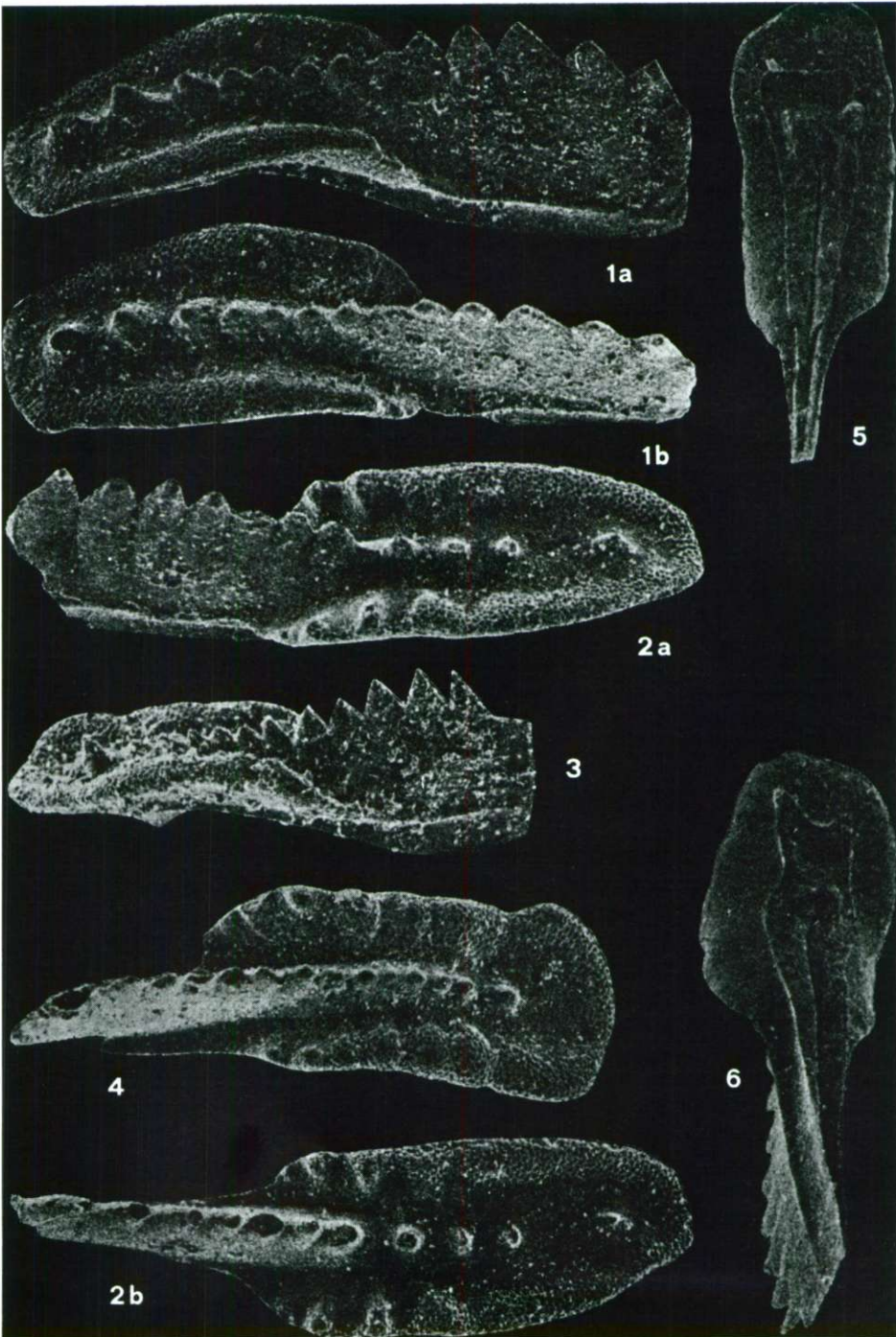
Sl. 3. *Gondolella polygnathiformis* Budurov & Stefanov. Od strani

Sl. 4. *Epigondolella nodosa* (Hayashi). Nekoliko poševno od zgoraj

Sl. 5. *Epigondolella nodosa* (Hayashi). Od spodaj

Sl. 6. *Epigondolella permica* (Hayashi). Nekoliko poševno od spodaj

Pri vseh fotografijah je povečava 120-krat.



Ta ploščasti element kaže v oblikovitosti in velikosti platforme precejšnjo variabilnost. Najdene so bile tudi vmesne oblike med elementoma *E. nodosa* in *E. permica*, ki predstavljata dva člena v razvoju najmlajših karnijskih konodontov.

Razločna bazalna brazda se malo razširi v ozko ovalno bazalno jamico, ki leži v višini robnih zažetkov. Močan in širok gredelj se za bazalno jamico nepravilno polkrožno konča ali pa se razcepi v dva kratka roglja, ki sta usmerjena proti zadnjima ogloma platforme. Pri tem elementu gredelj ni tako podaljšan navzad kot pri *E. nodosa*.

L. Krystyn navaja filogenetske zveze med obliko *E. permica*, njeno predhodnico *E. nodosa* in elementoma *E. abneptis* in *E. postera*, ki ji sledita v razvojnem nizu.

Element je znan samo z Japonske in iz Alp; L. Krystyn (1973, 140) ga navaja iz najvišjega dela karnijske stopnje (zgornje anatropitno področje) ter iz celega spodnjega in srednjega dela noriške stopnje. Pri Mirni se pojavlja skupaj z elementoma *E. nodosa* in *E. permica* v vrhnjem delu karnijske stopnje in v najnižjem delu noriške stopnje.

Genus *Gondolella* Stauffer & Plummer, 1932
Gondolella polygnathiformis Budurov & Stefanov

Tab. 3, sl. 1

- 1965 *Gondolella polygnathiformis* n. sp. — K. Budurov & S. Stefanov, 118, Taf. 3, Fig. 3 a—b, 4 a—b, 5 a—b, 6 a—b, 7 a—b.
1968 *Paragondolella polygnathiformis* (Budurov & Stefanov) — L. Mosher, 938, pl. 118, fig. 14—16, 17, 19.
1975 *Gondolella polygnathiformis* Budurov & Stefanov. — E. Kristan-Tollmann & L. Krystyn 271—272, Taf. 1, Fig. 3—5.

Material: 18 primerkov in več drobcev.

Opis: Platforma zavzema nekoliko več kot polovico celotne dolžine in pri posameznih primerkih precej variira v širini; najširša je približno v sredini in se zožuje proti zadnjemu robu. Stranska robova sta različno odebeljena; med njima in zobčasto letvo potekata precej globoki brazdi, ki sta posebno izraziti pri elementih z ozko platformo. Robova sta brez robnih zobcev in posuta s številnimi jamicami, ki so največje na najbolj izbočenem delu. Prosti list je lahko izbočen, koničasti zobčki se večajo od sprednjega roba proti sredini prostega lista in so v spodnjem delu zraščeni. Velikost prostih konic je različna. Zadnji zobček je široko stožčast in močnejši od treh ali štirih zobčkov pred njim, od sosednjega pa ga loči precejšnja vrzel. Od strani kaže platforma večjo ukrivljenost kot drugi del elementa.

Gredelj je ozek ali srednje širok in nizek, ozka brazda se vleče od sprednjega roba do majhne okroglaste ali različno ovalne bazalne jamice. Gredelj se za bazalno jamico konča v lahko polkrožnem ali skoraj ravnem širokem robu, ki je le malo vzdignjen. Redko je zadnji del gredlja rogljasto podaljšan.

Nekaj vzorcev je vsebovalo prehodno obliko med *G. polygnathiformis* in *E. nodosa*, iz katere se je slednja razvila. Pri prehodni obliki je rob platforme

manj odebeljen in na njenem sprednjem delu sta običajno po dva robna zobčka, lahko pa sta na eni strani dva ali celo trije, na drugi pa en sam, ali je rob celo brez razločnega zobčka. Pri takšnih elementih se začne zadnji del gredlja rogovilasto cepiti v dva kratka podaljška proti ogroma zadnjega roba platforme.

G. polygnathiformis sega od najvišjega dela ladinske stopnje do kraja karnijske stopnje in kaže, da ne gre čez mejo med karnijsko in noriško stopnjo (L. Krystyn, 1973, 134; 1975, 271). V Mirni ta element močno prevladuje v novem kamnolomu, zraven pa se pojavlja tudi že prehodna oblika med *G. polygnathiformis* in *E. nodosa*. *G. polygnathiformis* je redka v starem mirenskem kamnolomu, kjer prevladuje *E. nodosa*, najdena pa je bila tudi prehodna oblika med obema elementoma.

Vejnati konodontni elementi

V veliki večini vzorcev tuvalskega in najstarejšega noriškega apnenca v okolici Mirne manjkajo vejnati elementi. V zgornjetuvalskem apnencu starega mirenskega kamnoloma so v enem samem vzorcu celi ali fragmentarno ohranjeni: enantiognathiformi, hindeodelliformi, neohindeodelliformi, ozarkodini-formi in prioniodiniformi elementi. V spodnjem apnencu noriške stopnje pa spremljajo ploščaste elemente enantiognathiformi, hindeodelliformi, ozarkodini-formi in prioniodiniformi element.

Biostratigrafske ugotovitve

Raziskave ploščastih konodontnih elementov so pokazale, da je apnenc z vmesnim laporjem in glinovcem v Mirni in njeni okolici delno iz tuvalske podstopnje in delno iz spodnjega dela noriške stopnje. Plasti s skoraj samim ploščastim elementom *Gondolella polygnathiformis* v 12 vzorcih novega mirenskega kamnoloma spadajo v tuvalsko podstopnjo, in sicer v konodontno cono *polygnathiformis*. Ta element se začne sicer v zgornjem delu ladinske stopnje in sega skozi celo karnijsko stopnjo do kraja tuvalske podstopnje. V dveh vzorcih ga spremljata prehodna oblika med *G. polygnathiformis* in *Epigondolella nodosa* ter *E. nodosa*, kar kaže na mlajši tual in sicer na starejši del anatropitnega področja. Verjetno pa se je pojavila *E. nodosa* pri nas že v starejšem tualu, to je v coni *subbullatus* in ne šele v anatropitnem področju, kot je določil L. Krystyn v Salzkammergut (1973, 139). Zato uvrščam spodnji del apnenca pri Mirni v zgornji del cone *subbullatus* in v spodnji del anatropitnega področja.

V konodontnih vzorcih starega mirenskega kamnoloma (Mirna 15—23, 34—37) je najbolj pogostna *E. nodosa*, ki jo spremlja v nekaj vzorcih *E. permica*; v vzorcu Mirna 34 je prav tako najštevilnejša *E. nodosa*, pojavljajo pa se poleg prehodne oblike med elementoma *G. polygnathiformis* in *E. nodosa* tudi trije značilni primerki elementa *G. polygnathiformis*. *E. nodosa* ima po današnjih ugotovitvah (L. Krystyn, 1973, 139) svojo vertikalno razširjenost od zgornjega tuala (tual 3, = cona *macrolobatus*) do nižjega spodnjega dela noriške stopnje (lac 1, = cona *kerri*), *E. permica* pa sega od najvišjega dela karnijske stopnje do srednjega dela noriške stopnje (L. Krystyn, 1973, 140). Ker se pojavlja v najvišjem delu karnijske stopnje tudi *G. polygnathiformis*, uvrščam

srednji del apnenca pri Mirni v vrhnji del tuvalske podstopnje, to je v zgornji del anatropitnega področja, oziroma v cono *macrolobatus*.

V vrhnjih 14 metrih apnenca v Mirni vzorčevane plasti niso dale nobenega značilnega ploščastega konodontnega elementa.

V apnenčevih ploščah tik pod dolomitom z roženci severno od Debenca prevladuje *E. nodosa* v družbi *E. permica* in *E. abneptis*. Ker je *E. abneptis* značilen noriški element in *G. polygnathiformis* ni več prisotna, uvrščam ta vrhnji del plasti v cono *kerri* (= najnižji del noriške stopnje). Iste starosti je tudi vrhnji del apnenca ob starem mirenskem kamnolomu.

Dosedanje vzorčevanje karnijskega apnenca pri Mirni je pokazalo, da so ploščasti konodonti v njih sorazmerno redki, saj so le redki vzorci vsebovali več kot pet primerkov, še redkejši pa več kot deset.

Zanimivo je tudi, da kaže favnistični spekter ploščastih konodontnih elementov v apnencu vrhnjega dela karnijske stopnje in spodnjega dela noriške stopnje pri Mirni precej drugačno sliko kot v Salzkammergut (cf. L. Krystyn, 1973, 135).

Literatura

Budurov, K. & Stefanov, S. 1965, Gattung *Gondolella* aus der Trias Bulgariens. Acad. Bulg. Sci., Ser. Paleont. 7, 115—127, Sofija.

Germovšek, C. 1955, O geoloških razmerah na prehodu Posavskih gub v Dolenjski kras med Stično in Šentrupertom. Geologija 3, 116—135, Ljubljana.

Huckriede, R. 1958, Die Conodonten der mediterranen Trias und ihr stratigraphischer Wert. Paläont. Z. 32, 141—175, Stuttgart.

Kristan-Tollmann, E. & Krystyn, L. 1975, Die Mikrofauna der ladinisch-karnischen Hallstätter Kalke von Saklibeli (Taurus-Gebirge, Türkei) 1. Sitzungsb. Oester. Akad. Wiss. Mathem.-naturw. Kl., Abt. I, 184, 259—340, Wien.

Krystyn, L. 1973, Zur Ammoniten- und Conodonten-Stratigraphie der Hallstätter Obertrias (Salzkammergut, Oesterreich). Verh. Geol. B.-A., 1973, 113—53, Wien.

Lindström, M. 1970, A suprageneric taxonomy of the conodonts. Lethaia 3, 427—445.

Mosher, L. 1968, Triassic Conodonts from Western North America and their Correlation. J. Paleont. 42, 895—946, Tulsa.

Pleničar, M., Premru, U. & Herak, M. 1975, Geološka karta SFRJ, list Novo mesto 1:100 000, Beograd.

Ramovš, A. 1975, Zgornjekarnijski skladi pri Mirni na Dolenjskem. Geologija 18, 105—106, Ljubljana.

UDK 551.761 (497.12) = 863

Karnijske plasti v okolici Idrije

Carnian beds in the Idrija region

Marko Cigale

Rudnik živega srebra Idrija, 65280 Idrija

Po ladinskih tektonskih premikih in vulkanski dejavnosti se je idrijsko ozemlje na začetku cordevolske podstopnje povsem umirilo. Plitvomorski dolomit in lagunski črni apnenec sta značilna za to podstopnjo. V srednjem in zgornjem delu karnijske stopnje so se obnovili tektonski premiki. Sedimentacijske razmere so se hitro spreminjale, kar kažejo različni karbonatni in klastični sedimenti. Rjavkasto sivi dolomit, temno sivi apnenec in prvi karnijski klastični horizont uvrščamo v julijsko, svetlo sivi pasoviti apnenec in drugi karnijski klastični horizont pa v tuvalijsko podstopnjo. Prehod v noriško stopnjo je postopen. Mejo pomeni dolomit brez laporastih vložkov.

In Ladinian time the Idrija region has been subject to diverse geological events including volcanism and tectonism. Thereafter a rather inactive interval set in. The Cordevolian substage is characterized by shallow water dolomite and lagunal black limestone. In the middle of Carnian stage an increasing of tectonic movements was entered again as shown by the alternation of strongly-contrasted carbonate and clastic deposits. Brownish gray dolomite, dark gray limestone, and the first Carnian clastic horizon are assigned to the Julian substage. They are overlain by light gray ribbon limestone and the second Carnian clastic horizon belonging to the Tuvalian substage. The Carnian/Norian boundary is transitional in nature. The proper boundary between two time-stratigraphic units is indicated by dolomite without marly intercalations.

Uvod

Klasična razdelitev zgornje triade na cone temelji na bogati amonitni favni v pelagičnem alpskem razvoju. V karnijski stopnji razlikujemo cordevolsko, julijsko in tuvalijsko podstopnjo. Na Idrijskem so paleontološko dokazane vse tri podstopnje: cordevolska z amoniti (B. V l a j, 1969), julijska z algami, s foraminiferami in školjkami (M. C i g a l e, 1973) in tuvalijska s pomočjo megalo-dontidnih školjk (M. C i g a l e, A. R a m o v š in E. V é g h - N e u b r a n d t, 1976). Za dokončno biostratigrafsko omejitev con pa bo treba zbrati še podatke o vertikalni razporeditvi posameznih vrst in njihovi pomembnosti za biostratigrafsko razčlenitev.

Sedimentacijske razmere so se v srednjem in zgornjem delu karnijske stopnje hitro spreminjale, kar se odraža v izredno pisanem razvoju plasti. Pri sedimentoloških raziskavah sem večjo pozornost posvetil karbonatnim kameninam.

Rekonstrukcija paleogeografskih razmer temelji na preučevanju debelin in vrste sedimentov, ki so se v določenem času sedimentirali v določenem sedimentacijskem prostoru. Pri paleogeografski interpretaciji karnijske stopnje moramo upoštevati, da je sedanji prostorski položaj teh plasti posledica poznejših tektonskih premikov. Idrijsko-žirovsko ozemlje predstavlja del zgradbe zahodne Slovenije. Njegovega odnosa z ostalimi tektonskimi enotami v Sloveniji ne poznamo. Paleogeografska interpretacija razmer v karnijski stopnji je zato omejena le na idrijsko ozemlje.

Obravnavane karnijske plasti Orehka, Šentviške gore, Trebuše, Vojskega, Zgornje Idrije, Govekarja in Govekarjevega vrha pripadajo žirovsko-trnovskemu, tj. najvišjemu pokrovu, enako stare plasti na Medvedjem brdu in Logu pa idrijski luski, ki je del tega pokrova. Premik med idrijsko lusko in ostalim žirovsko-trnovskim pokrovom je po L. P l a c e r j u (1973, 331) neznaten in ga pri izdelavi paleogeografskih kart nisem upošteval. Že formirano krovno zgradbo sekajo subvertikalni terciarni prelomi, ob katerih so se skladi horizontalno premaknili za nekaj metrov do 2,5 km (I. M l a k a r, 1969). Pri izdelavi paleogeografskih profilov sem upošteval le premik ob idrijskem prelomu (sl. 1).

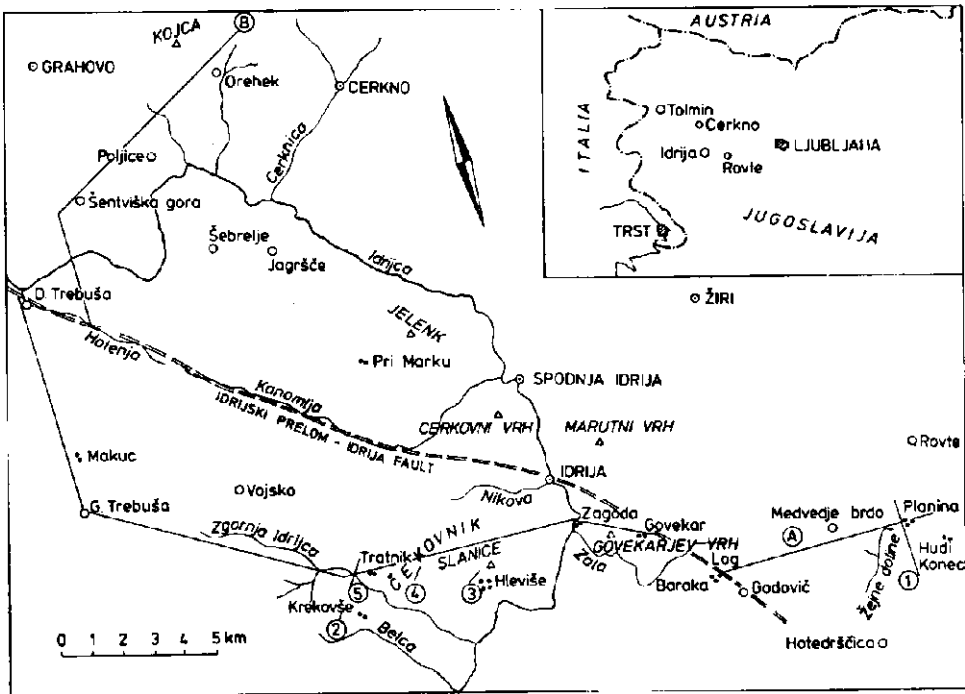
Zahvaljujem se profesorju Antonu Ramovšu; določil mi je mikrofavno in mi z nasveti pomagal pri raziskavah.

Cordevolska podstopnja

Na Idrijskem ločimo štiri razvoje cordevolske podstopnje: neplastoviti dolomit, plastoviti apnenec, neplastoviti dolomit z lečami neplastovitega apnenca in plastoviti apnenec. Neplastoviti dolomit prevladuje zahodno in severozahodno od Idrije. Manjše površine pa zavzema še pod Marutnim vrhom severno od Idrije in na Govekarjevem vrhu, pri Govekarju, Baraki in Logu jugovzhodno od Idrije. Proti vzhodu se ponovno pojavi šele vzhodno od Hudega konca. Dolomit leži konkordantno na langobardskih plasteh, le na manjšem področju Vojskarske planote, Kanomlje in Idrijskih karnic pa diskordantno na anizičnem dolomitu (I. M l a k a r, 1969, 13). Dolomit je masiven, debelozrnat in luknjičav. Dolomitizacija in rekristalizacija sta popolnoma uničili prvotno zgradbo, v zbruskih je videti le debelozrnati prekristalizirani sparit. Zgornji del dolomita je ponekod plastovit. Debelina dolomita se spreminja od nekaj metrov pri Govekarju do 300 metrov na grebenu Slanic, Vojskarski planoti in Trebuši.

Neplastovito je razvit dolomit tudi na Cerkovnem vrhu in Jelenku; v zgornjem delu ga ponekod nadomešča neplastoviti apnenec, bogat s fosilnimi ostanke. Školjke in polži iz tega apnenca so sorodni s favno marmolatskega apnenca in schlernskega dolomita italijanskih Dolomitov (B. V l a j, 1969, 64). Debelina tega razvoja je nekoliko manjša in ne preseže 100 metrov.

Plastoviti apnenec ima največji obseg med Medvedjim brdom in Židankom, manjše krpe dobimo ob Rakah in pod pokopališčem pri Idriji. Apnenec je črn in vsebuje številne leče roženca. V njegovem spodnjem delu so pogostni vložki apnenega skrilavca, ki ponekod celo prevladuje. Pri Idriji in na Medvedjem brdu so v spodnjem delu apnenca pogostni fosilni ostanke (B. V l a j, 1969,



Sl. 1. Lega karnijskih profilov v okolici Idrije

1 Profil Zejne doline-Planina, 2 Profil Zgornja Idrijca, 3 Profil Hliviše, 4, Profil Čekovnik, 5 Profil Tratnik, A-B Profil, prikazan na sl. 9

Fig. 1. Location map showing the Carnian sections examined in the Idrija region
1 Zejne doline-Planina section, 2 Zgornja Idrijca section, 3 Hliviše section, 4 Čekovnik section, 5 Tratnik section, A-B Section in the fig. 9

33—47), vendar paleontološko še niso obdelani. Debelina cordevolskega apnenca znaša na grebenu Planine 300 do 350 metrov, v okolici Idrije pa je ohranjen le njegov spodnji del.

Prehod med neplastovitim dolomitom in plastovitim apnencem opazujemo v idrijskem rudišču, pri Sedeju, južno od Zavčana ter vzhodno od Hudega konca. Kjer sta ohranjena oba razvoja, je dolomit vedno pod apnencem (I. Mlakar, 1969, 13).

Julijska podstopnja

Prehod cordevolskih plasti v julijske je na celotnem idrijskem ozemlju postopen. Na južnem pobočju Idrijskih karnic leži na neplastovitem cordevolskem dolomitu rjavi apneni peščenjak, debel do enega metra. Pod kmetijo pri Marku na severni strani istega izdanka karnijskih plasti nadomešča peščenjak temno sivi brečasti apnenec. Podoben apnenec dobimo tudi na južni strani Vojskarske planote pri kmetiji v Kotlu. Nad temi lokalno razvitimi plastmi sledi dolomit, ki ga po njegovi legi na meji z julijsko podstopnjo imenujejo mejni dolomit.

Drugod na Idrijskem leži mejni dolomit neposredno na cordevolskem dolomitu, medtem ko nad cordevolskim apnencem mejni dolomit ni razvit.

Sivkasto rjavi plastoviti dolomit z roženci je prvič omenil kot najnižji člen julijske podstopnje B. Berce (1960, 26-neobjavljeno poročilo). Julijska starost mejnega dolomita na Idrijskem paleontološko ni dokazana. V zgornjem delu stratigrafsko in litološko enakega dolomita v Gorenji Trebuši je P. Krivic (1974, 59) določil algo *Clypeina besici* Pantić, ki nastopa v Sloveniji šele v julijski podstopnji (A. Ramovš, 1973, 384).

Sedimentno zaporedje dolomita se prične s tanko plastovitim mikritom (sl. 2). Pri Logu, Govekarju in na Govekarjevem vrhu je na mikritu nekaj metrov pelsparita. Večina dolomita sestoji iz monotonega sparita z redkimi intraklasti. Debelina dolomita narašča od zahoda proti vzhodu in se spreminja od nekaj metrov pri Govekarju do 50 metrov na Vojskarski planoti. V zgornjem delu mejnega dolomita so zahodno od Tratnika razvite lečaste plasti temno sivega apnenca z roženci, ki vsebuje močno prekristalizirane ostanke školjk. Debelina apnenih leč ne preseže 50 cm. Prehod dolomita v julijski apnenec je postopen. Na mejnem dolomitu leži ploščasti črni mikritni apnenec, debel od enega do šest metrov. Posamezne plošče so debele od enega do dveh centimetrov. Apnenec je tu pa tam pasovit, kar je posledica pravilne razporeditve intraklastov. Mikritnemu horizontu sledi temno sivi in gomoljasti biosparitni apnenec. Gomoljasti apnenec je prvi dokazani julijski člen nad apnencem cordevolske podstopnje. Meja med obema podstopnjama je paleontološko določena z algo *Clypeina besici* Pantić (B. Vlačaj, 1969, 59). Posamezne plasti apnenca so debele pet do 30 centimetrov. Med plastmi apnenca so vložki črnega apnenega skrilavca. Gomoljasti apnenec vsebuje vodilne fosile julijske podstopnje. Najpomembnejši so: alga *Clypeina besici* Pantić in foraminifere *Trocholina biconvexa* Oberhauser, *Trocholina multispira* Oberhauser, *Trocholina cf. procera multispiroides* Đurđanović. Pogostni so tudi nedoločljivi primerki iz rodu *Glomospira*.

Nad zaselkom Hleviše je v horizontu gomoljastega apnenca več plasti sivega sparitnega dolomita. Tako v apnencu kakor v dolomitu so pogoste leče roženca, debele do 30 centimetrov (sl. 3 a). Debelina gomoljastega apnenca se spreminja. V profilih med Čekovnikom in Mrzlo Rupo ga je največ sedem metrov, na Planini pa celo 36 metrov.

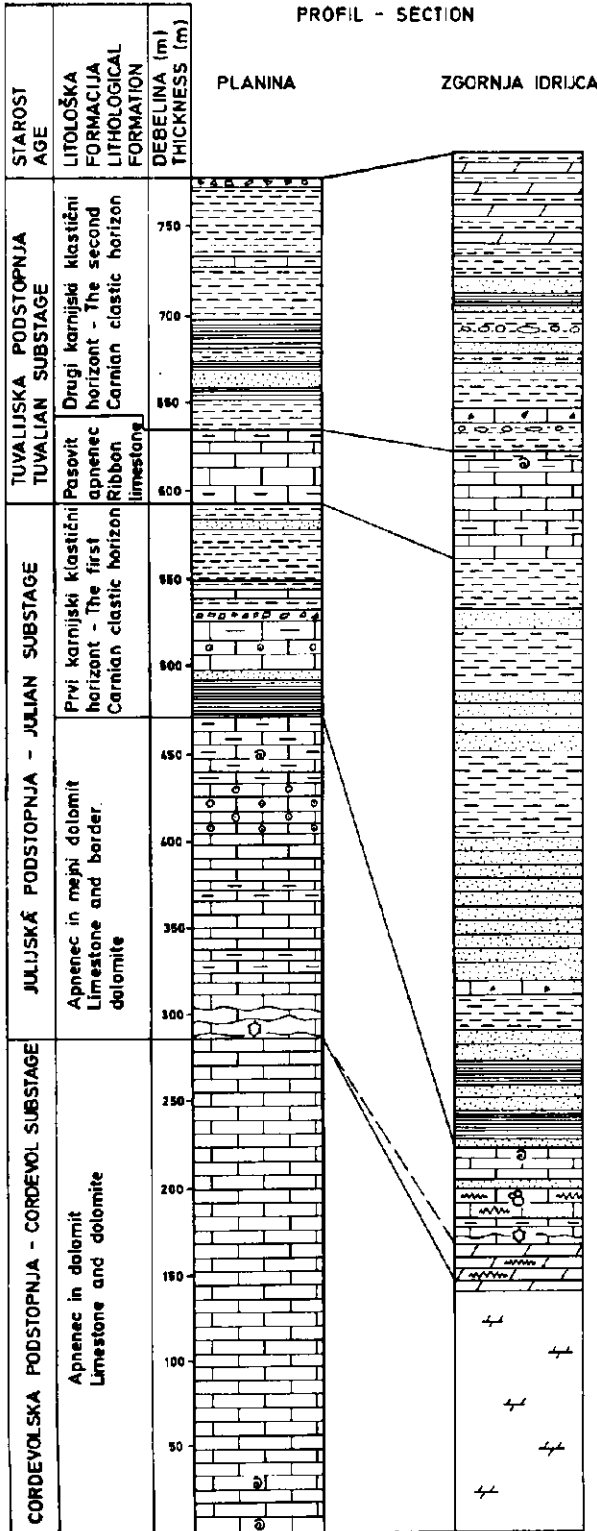
Gomoljastemu apnencu sledi mikritni apnenec brez roženca in z redkimi fosilnimi ostanki. Apnenec je temno siv, gost in tanko plastovit. Posamezne plasti so debele pet do 10 centimetrov. Med fosili prevladujejo močno prekristalizirani ostanki ostrakodov. Celotna debelina tega horizonta se spreminja od štirih metrov pri Tratniku do 17 metrov na Govekarjevem vrhu.

Sedimentacija julijskega apnenca se ob Zgornji Idriji konča z 19 metrov debelo skladovnico biopelsparita, ki vsebuje pogoste leče roženca, Med plastmi, debelimi 20 do 30 centimetrov, je peščeni skrilavec. Posamezna kremenova

Sl. 2. Pregledno litostratigrafsko zaporedje karnijskih plasti pri Planini in na Zgornji Idriji

Fig. 2. General lithostratigraphic sequence of Carnian beds at Planina and Zgornja Idrija

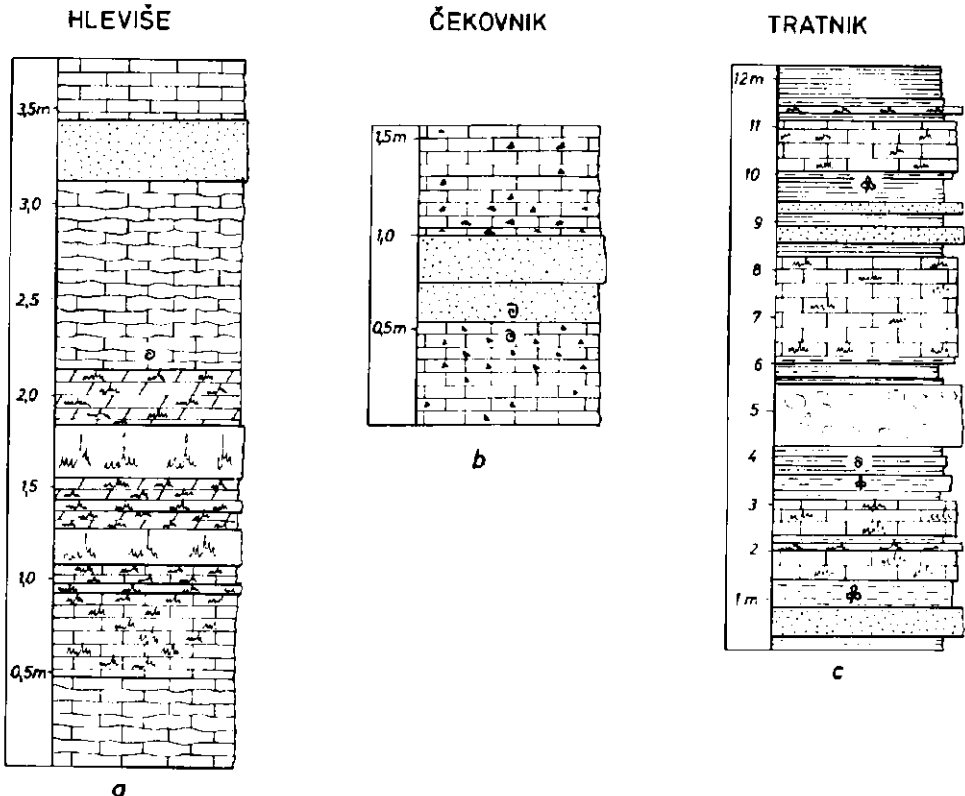
PROFIL - SECTION



-  Masivni dolomit
Massive dolomite
-  Plastoviti dolomit
Stratified dolomite
-  Plastoviti apnec
Stratified limestone
-  Gomoljasti apnec
Nodular limestone
-  Mikritni apnec
Micrite limestone
-  Peščeni apnec
Sandy limestone
-  Oolitni apnec
Oolitic limestone
-  Apnec z roženci
Limestone with chert
-  Peščenjak
Sandstone
-  Skrilavec
Shale
-  Lapor
Marl
-  Lapor s karbonatnimi gomolji - Marl with calcareous nodules
-  Meljevec
Siltstone
-  Apnenčeva breča
Limestone breccia
-  Konglomerat
Conglomerate
-  Roženec
Chert
-  Makrofavna
Macrofauna
-  Mikrofavna
Microfauna
-  Rastlinski ostanki
Plant remains
-  Mikroflora
Microflora

zrna so tudi v samem apnencu. Kremenova zrna ponekod prevladujejo in apnenec prehaja v kremenov peščenjak (sl. 3 b), ki se pa lateralno izklinja. Na ozemlju Zgornje Idrije je bila sedimentacija apnenca za določen čas prekinjena. Na to kaže plast debelozrnatega peščenjaka, debela do dva metra. Poleg zelenih tufskih zrn vsebuje peščenjak zrna rdečega jaspisa. Peščenjaku sledi pelmikritni apnenec. Med plastmi apnenca je sivi peščen skrilavec, ki ponekod lateralno prehaja v sivkasto zeleni glinasti peščenjak, v katerem prevladuje tufski material. Ob Zgornji Idriji in v Gorenji Trebuši dobimo v tem intervalu tudi pravi kremenovo-jaspisni konglomerat, kot kaže detajlni profil pri Tratniku (sl. 3 c). Na plazu nasproti Tratnika so v tufskem peščenjaku slabo ohranjeni ostanki školjk. Pogostni so primerki *Pachycardia rugosa* Hauer, *Myophoria kefersteini* Bittner in *Lopha montiscaprilis* Klipstein.

Pri Govekarju leži na biosparitu z roženci laporasti mikritni apnenec z lečami močno bituminoznega skrilavca, ki prehaja ponekod celo v premog (F. Kossmat, 1898, 95). V glinastem skrilavcu je pogostna slabo ohranjena školjka *Trigonodus carniolicus* Bittner.



Sl. 3. Detajlni profili julijskega apnenca a) Hleviše, b) Čekovnik pri Ferjančiču in c) Tratnik. Legenda na sl. 2

Fig. 3. Detailed sections of the Julian limestone a) Hleviše, b) Čekovnik at Ferjančič, and c) Tratnik. See fig. 2 for explanations

Na Govekarjevem vrhu mikritnemu apnencu sledi debeložrnati sparit z redkimi ooliti. Nato prevladuje do konca profila sparitni apnenec. Karnijske plasti na Govekarjevem vrhu in pri Govekarju odreže vertikalni poljančev prelom.

Nad mikritnim apnencem se prične monotono zaporedje drobozrnatega sparita z redkimi alokemi na celotnem področju med Medvedjim brdom in Židankom. Apnenec je pogosto glinast. Od alokemov prevladujejo fosilni ostanki. V zgornjem delu apnenca je značilen oolitni horizont. Nad oosparitom pa se je sedimentiral močno laporasti apnenec. Apnenec vsebuje vložke sivkasto zelenega laporja. Apnenec in lapor vsebujeta ostanke julijskih školjk. Najštevilnejši so primerki vrst *Pachycardia rugosa* Hauer in *Myophoria kefersteini* Bitner. Debelina julijskega apnenca med Medvedjim brdom in Židankom je 250 do 300 metrov; nad dolomitnim razvojem cordevolske podstopnje pa je apnenca mnogo manj. Ob Zgornji Idriji ga je 54 metrov, na Govekarjevem vrhu pa 104 metre, vendar tu ni ohranjen normalni prehod v prvi karnijski klastični horizont.

Nad julijskim apnencem se menjavajo različni klastični sedimenti. Lateralno se posamezni litološki členi izklinjajo in zvezno prehajajo drug v drugega.

Peščenjak je lepo plastovit; debelina posameznih plasti se spreminja od 10 do 20 centimetrov. Med plastmi so pogostni vložki peščenega skrilavca. Sortiranost in velikost zrn se hitro spreminjata tako po horizontali kot po vertikali. Peščenjak prehaja mestoma v konglomerat, v katerem so prodniki veliki do 10 centimetrov. Prodniki so najdebelejši na območju Zgornje Idrije in Trebuše. Vezivo v peščenjaku je kontaktno, kriptokristalno do mikrokristalno in v večini primerov močno prekrizalizirano in kalcitizirano. Kamenina vsebuje številne drobce porfirja, keratofirja in steklastega tufa. Klastiti so na obravnavanem območju nastali z mehansko dezintegracijo in sedimentacijo langobardskih magmatskih kamenin in njihovih tufov.



Sl. 4. Apnena breča nad cesto Planina—Tominc

Fig. 4. Limestone breccia along the Planina—Tominc road

Najpogostejša kamenina obeh karnijskih klastičnih horizontov je lapor z značilnim školjkastim lomom in iverasto krojitvijo. V njegovem spodnjem delu prevladujejo zelenkasto sivi barvni odtenki, više pa so vedno pogostejši rdeči in vijoličasti. Barve se menjavajo neodvisno od plastovitosti.

V spodnjem delu klastičnega zaporedja je pogosten sivkasto zeleni skrilavec. Tako skrilavec kot meljevec vsebujeta pooglenele rastlinske ostanke (sl. 3 c).

Med klastičnimi sedimenti dobimo v tem delu karnijske stopnje več leč peščenega apnenca. Več apnenca je v profilih na Planini. Tu se prične apnena skladovnica z onkosparitom, ki više preide v biomikrit. Apneno zaporedje se na tem področju konča z brečo, debelo dva metra (sl. 4). Ob Zgornji Idriji je apnenca mnogo manj in je močno peščen; poleg kremenovih zrn vsebuje drobce fosilov.

Prvi klastični horizont je nad apnenim razvojem cordevolske podstopnje debel 140 m, nad dolomitnim razvojem pri Tratniku pa 340 m.

Tuvalijska podstopnja

Celotno laporastopeščeno serijo so po stari razdelitvi šteli med rabeljske plasti. Po novi razdelitvi pa uvrščamo njen spodnji del v julijsko podstopnjo kot prvi karnijski klastični horizont, zgornjega pa v tuvalijsko podstopnjo kot drugi karnijski klastični horizont. Vmes leži svetlo sivi pasoviti apnenec. F. K o s s m a t je ta apnenec označil kot megalodontidni (1898, 92). Bolj kot megalodontidi je zanj značilna pasovitost, ki je opazna tudi tam, kjer megalodontidnih školjk ni. Starejši geologi so ta apnenec označili le kot lečo v klastičnem zaporedju; I. M l a k a r (1969, 14) pa je opozoril na njegovo pomembnost za korelacijo oddaljenih profilov karnijske stopnje.

Prvi karnijski klastični horizont se na celotnem preiskanem ozemlju konča s temno sivim laporjem. Sledi mu sivi rahlo laporasti intrasparitni apnenec tuvalijske podstopnje, ki vsebuje poleg intraklastov še drobce školjk in foraminifer. Prehod intrasparita v više ležeči pelsparit je oster in vezan na krajšo prekinitev sedimentacije (sl. 5). Večina apnenca je pelsparit. Menjavanje pelsparitnega in pelmikritnega apnenca daje kamenini pasovito strukturo (sl. 6). Posamezni pasovi so debeli tri do pet milimetrov. Med peleti so vidni še drobni intraklasti. Zrnavost sparitne osnove je odvisna od gostote alokemov v sedimentu. Z večanjem gostote peletov se večajo tudi sparitna zrna v vezivu.

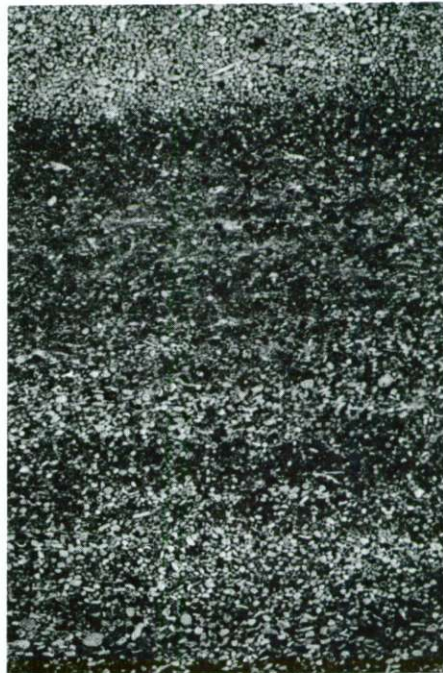
Zgornji del pasovitega apnenca ne kaže enotnega mikrofaciesa. Pelsparit in biosparit se prstasto prepletata med seboj. V biosparitu prevladujejo ostanki školjk, med peleti pa so redki ooliti, ki jih je omenil že F. K o s s m a t (1898, 92) kot značilnost tega apnenca. Megalodontidne školjke so na več krajih ohranjene kot kamena jedra v življenjskem položaju. E. V é g h - N e u b r a n d t je iz najdišča v bližini Krekovš določila novo vrsto *Triadomegalodon idrianus* (M. Cigale, A. Ramovš in E. V é g h - N e u b r a n d t, 1976, 32). Sedimentacija apnenca se je končala z mikritnim apnencem, ki više zvezno prehaja v lapor drugega klastičnega horizonta. Debelina pasovitega apnenca se le malo spreminja, največ ga je zahodno od Tratnika, kjer ga je 62 metrov.

Nad pasovitim apnencem se ponovi pisano zaporedje laporja, peščenjaka, skrilavca, apnenca in dolomita.



Sl. 5. Ostra meja med intrasparitom in pelsparitom.
Zl₂/6, 50 ×

Fig. 5. Sharp boundary in between intrasparite and
pelsparite. Zl₂/6, 50 ×



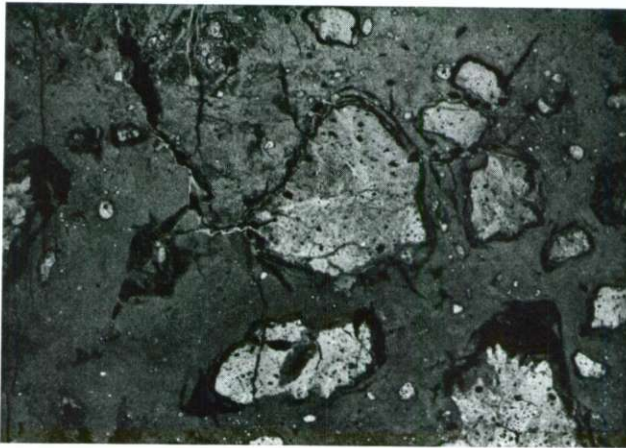
Sl. 6 — Fig. 6

Z medsebojnim menjavanjem pelsparitnega (svetlo) in pelmicritnega (temno) apnenca se izraža pasovitost kamenine. Zl₁/46, 6,5 ×

Lamination of limestone is developed as a result of the alternation of pelsparite (light) and pelmicrite (dark). Zl₁/46, 6.5 ×



Sl. 7. Lapor z apnenimi in dolomitnimi gomolji
Fig. 7. Marl including calcareous and dolomitic nodules



Sl. 8. Mikrosparitni apnenec z redkimi velikimi klasi.
6,5 ×
Fig. 8. Microsparite limestone including some larger
clasts. 6.5 ×

Peščenjak tega horizonta se le malo razlikuje od peščenjaka pod pasovitim apnencem. Opazni sta večja količina karbonatnega veziva ter prevladujoča rdeča in vijoličasta barva. Značilna kamenina drugega karnijskega klastičnega horizonta je vijoličasto rdeči in sivi lapor z gomolji laporastega apnenca in dolomita (sl. 7). Karbonatni gomolji so iz mikrosparita z redkimi intraklasti, ki jih obdaja debelozrnati sparit (sl. 8). Lapor s karbonatnimi gomolji lateralno in vertikalno prehaja v apnenc ali dolomit.

V zgornjem delu karnijske stopnje je zamenjala pisano klastično sedimentacijo monotona sedimentacija laporja ter mikritnega in sparitnega dolomita. Mikritni dolomit vsebuje številne stromatolite. Debelina horizonta, v katerem se menjavata lapor in dolomit, je več kot 50 metrov. Meja med karnijsko in noriško stopnjo ni paleontološko določena. Litološka meja med obema stopnjama je jasna in jo postavljamo tam, kjer mikrosparitni dolomit ne vsebuje več laporastih vložkov. Meja z noriško stopnjo je med Medvedjim brdom in Zidan-kom ostra. Karakterizira jo apnena breča, debela od enega do dveh metrov. Breča više zvezno prehaja v intrasparitni apnenc, ta pa v dolomit noriške stopnje. Severno od Tominca je med apnencem in dolomitom dva metra debela plast sivkasto zelenega laporja. Drugi karnijski klastični horizont je debel 140 do 170 metrov.

Paleogeografija idrijskega ozemlja v karnijski stopnji

Po živahni srednjetriadni tektonski in vulkanski dejavnosti se je ozemlje osrednje in zahodne Slovenije umirilo. Na plitvomorsko dno (sl. 9 a) so se naselile trate apnenih alg z vodilno vrsto *Diplopora annulata*. Današnji predstavniki te družine žive v plitvih tropskih morjih do globine 20 metrov. Velika debelina monotonega diplopornega dolomita je lahko nastala le zato, ker se sedimentacijsko okolje ni spreminjalo skozi daljše obdobje. Drugi tip cordevolskih sedimentov je črni ploščasti apnenc, ki nastopa vzhodno od Idrije. Ta apnenc je sediment globjega mirnega morja. Primerki kopenske rastline *Voltzia* v apnenem skrilavcu pri idrijskem pokopališču (M. V. Lipold, 1874, 444) kažejo, da je bilo v začetku podstopnje kopno še v neposredni bližini. Prav tako kažejo na bližino kopnega tudi bazalni sedimenti, predvsem apneni psevdoolit (B. Vlačaj, 1969, 25). Podoben črni apnenc dobimo v spodnjem delu cordevolske podstopnje tudi na zahodnem obrobju Ljubljanskega barja. Na tem prostoru je apnenc povsod prekrit s svetlo sivim grebenskim dolomitom (A. Ramovš, 1953, 94). Na idrijskem ozemlju leži dolomit vedno pod apnencem. Stik neplastovitega dolomita in plastovitega apnenca lahko opazujemo le na majhnem področju. Meja dolomita in apnenca se je v času cordevolske podstopnje komaj zaznavno premaknila proti jugozahodu (sl. 9a, b, c, d). Proti koncu cordevolske podstopnje se je pričelo morsko dno hitreje ugrezati; zato se je rast apnenih alg prekinila. Po umirjeni karbonatni sedimentaciji v cordevolski podstopnji so se odlagali pisani klastični in karbonatni sedimenti julijske in tuvalijske podstopnje.

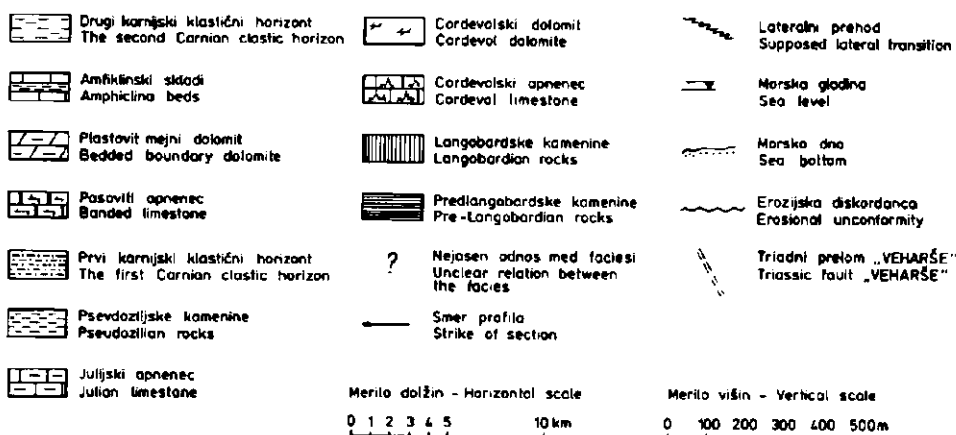
Meja med cordevolsko in julijsko podstopnjo je povsod na Idrijskem postopna (I. Mlakar, 1969, 14). Neplastovitemu dolomitu sledi mejni dolomit, v apnenem razvoju pa ločimo obe podstopnji le na podlagi mikroflore. Relativno redki ostanki zelene alge *Clypeina besici* Pantić v julijskem apnencu kažejo

na globlje morje in na slabše pogoje za rast te vrste. Da je bilo morje globlje, potrjujejo tudi pogosti ostanki foraminifer iz rodov *Trocholina* in *Glomospira*.

V julijski in tuvalijski podstopnji je bilo najbolj umirjeno ozemlje med Gorenjo Trebušo in Orehkom. Tukaj se je sedimentiral v obeh podstopnjah dolomit z redkimi skrivilavimi vložki. Srednji in zgornji karnijski dolomit se makroskopsko ne loči od više ležečega noriškega. Odnos med karnijskimi plastmi idrijskega prostora in psevdoziljskim faciesom na Cerkljanskem še ni razjasnjen. Lateralnega prehoda karnijskih plasti v dolomitni razvoj na ozemlju Šentviške gore in Polic tudi ne moremo nikjer direktno opazovati; sklepamo pa nanj po razmerju med klastičnimi kameninami in dolomitom; kjer se stanjša klastično zaporedje, se odebeli dolomit.

Tudi v julijski podstopnji je ostalo morje nekoliko globlje na območju Medvedjega brda. Mirno in sorazmerno globoko morje je pogojevalo nastanek mikritnih kamenin, ki na tem ozemlju močno prevladujejo. Pogoste so tudi spikule spongij.

Enotni sedimentacijski bazen je razpadel v času odlaganja julijskega apnenca na več ločenih sedimentacijskih kadunj (sl. 9 d). Regresija, ki je prekinila sedimentacijo julijskega apnenca, ni nastopila istočasno na celotnem ozemlju; zato je debelina tega apnenca na raznih krajih različna, spreminja pa se tudi razporeditev mikrofaciesov v njem. V zgornjem delu apnenca pri Govekarju se med plastmi apnenca pojavljajo vložki glinastega premogovega skrivilavca in premoga. Kopno je torej obstajalo v neposredni bližini. Na bližino kopnega

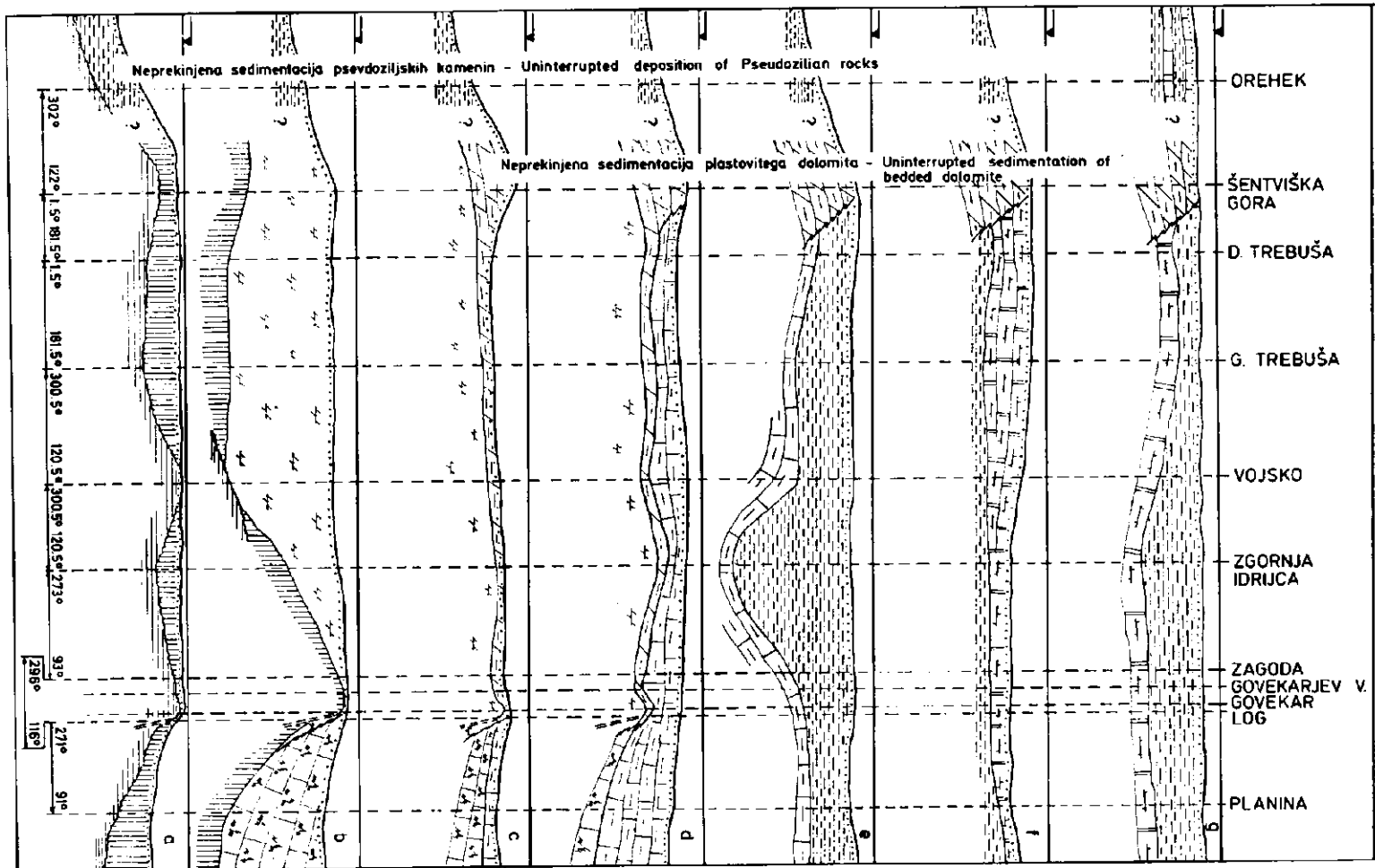


Sl. 9. Spremembe sedimentacijskega okolja na Idrijskem v karnijski stopnji

Fig. 9. Successive changes of sedimentary conditions in the Idrija region during Carnian stage

Pričetek sedimentacije cordevolskega dolomita (a), mejnega dolomita (b), julijskega apnenca (c), prvega karnijskega klastičnega horizonta (d), pasovitega apnenca (e), drugega karnijskega klastičnega horizonta (f) in noriškega dolomita (g)

The beginnings of sedimentation of Cordeval dolomite (a), Boundary dolomite (b), Julian limestone (c), the 1st Carnian clastic horizon (d), banded limestone (e), the 2nd Carnian clastic horizon (f), and Norian dolomite (g)



kažejo tudi številni zogleneli rastlinski ostanki v skrilavcu in meljevcu pri Tratniku.

Zaradi poznejših tektonskih premikov ni ohranjena celotna skladovnica karnijskih plasti pri Govekarju in na Govekarjevem vrhu. Vpliv srednjetriadnega preloma Veharše zato lahko zasledujemo le do konca sedimentacije julijskega apnenca. Sedimentacijske razmere so se tu verjetno razlikovale vse do pričetka odlaganja zgornjetriadnega dolomita. Izenačitev sedimentacijskih razmer, kot je prikazana na sliki 9, je zato le ena izmed možnih interpretacij.

Pisana sedimentacija klastitov je posledica hitrih sprememb sedimentacijskega okolja. Na hitre spremembe kažejo tudi pogosta menjavanja litoloških členov, ki horizontalno in vertikalno prehajajo drug v drugega. Kopno je bilo podvrženo intenzivni denudaciji. Sestava prodnikov v karnijskem konglomeratu in zrn v peščenjaku pri Borovnici ter v okolici Idrije se močno razlikuje. Pri Borovnici prevladujejo zrna cordevolskega dolomita in apnenca, medtem ko je drobcev magmatskih kamenin, tufov in jaspisov manj (A. Ramovš, 1953, 96). V okolici Idrije so karbonatna zrna redka, prevladujejo pa zrna tufov in jaspisov. Redkejši so zrna vulkanskega stekla in koščki močno prepe-relih magmatskih kamenin.

Izvorni material karnijskih klastitov na Idrijskem so bile langobardske magmatske kamenine in njihovi tufi. To med drugim dokazujejo tudi jasno konkordantne plasti čistih jaspisov, npr. Pisanice pri Oblakovem vrhu (I. Mlakar, 1976, 279-neobjavljeno poročilo). Prodniki in zrna jaspisov so zelo značilni za oba karnijska klastična horizonta. Ugrezanje v času odlaganja prvega karnijskega klastičnega horizonta je bilo najbolj intenzivno na območju Zgornje Idrije (sl. 9 e). Velika debelina klastičnih sedimentov v profilih na tem področju je posledica hitrejšega ugrezanja in povečane količine prinesenega klastičnega materiala.

Proti koncu julijske podstopnje se je celotno preiskano ozemlje začasno umirilo. Nad temno sivim laporjem se je sedimentiral pasoviti apnenec (sl. 9 f). Številni peleti so lahko nastali le v mirnem sedimentacijskem okolju. Trate megalodontidnih školjk v zgornjem delu apnenca so živele v zelo plitvem morju s povečano energijo. Na povečano energijo kažejo tudi redka oolitna zrna.

Severno od Trebuše se nad pasovitim apnencem nepravilno menjava dolomit z dolomitnim laporjem (P. Krivic, 1974). Drugi karnijski klastični horizont je razvit le v okolici Idrije. Denudaciji so bili podvrženi enaki sedimenti kakor v julijski podstopnji. Razlike v sestavi peščenjaka pod pasovitim apnencem in nad njim nisem našel. Ker je bilo morje plitvo in se globina ni več bistveno spreminjala, prevladujeta lapor in mikritni apnenec, ki ju v zgornjem delu nadomešča dolomit.

Konec karnijske stopnje se je klastična sedimentacija prekinila. Večji del zahodne Slovenije je ponovno zalilo plitvo morje. V vseh preiskanih profilih se menjavata lapor ter mikritni in intrasparitni dolomit. Sparitni dolomit ima številne izsušitvene pore, značilne za nadplimsko okolje sedimentacije. Morsko dno so ponovno poselile alge; na to kažejo pogosti stromatoliti v zgornjetriadnem dolomitu. Izenačilo se je tudi sedimentacijsko okolje obeh miogeosinklinalnih jarkov (sl. 9f); baški dolomit, ki leži na amfiklinskih skladih, je prav tako sediment plitvega morja.

Literatura

Cigale, M. 1973, Razvoj julijskih in tuvalijskih plasti v okolici Idrije. Diplomsko delo, Ljubljana.

Cigale, M., Ramovš, A. in Véggh - Neubrandt, E. 1975. *Triadomegalodon idrianus* n. sp. aus dem Oberkarn bei Idria. Geologija 19, Ljubljana.

Kossmat, F. 1898, Die Triasbildungen der Umgebung von Idria und Gereuth. Verh. Geol. R.-A., Wien.

Krivic, P. 1974, Geološke razmere med Hotenjo, Jelenkom in Trebušo. Diplomsko delo, Ljubljana.

Lipold, M. V. 1874, Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Idria in Krain. Jb. Geol. R.-A., Wien.

Mlakar, I. 1969, Krovna zgradba idrijsko žirovskega ozemlja. Geologija 12, Ljubljana.

Placer, L. 1973, Rekonstrukcija krovne zgradbe idrijsko žirovskega ozemlja. Geologija 16, Ljubljana.

Ramovš, A. 1953, O stratigrafskih in tektonskih razmerah v borovniški dolini in njeni okolici. Geologija 1, Ljubljana.

Ramovš, 1973, Biostratigrafske značilnosti triasa v Sloveniji. Geologija 16, Ljubljana.

Vlaj, B. 1969, Razvoj cordevolskih in spodnjekarnijskih plasti v okolici Idrije. Diplomsko delo, Ljubljana.

UDK 552.161 (497.12) = 863

Kontaktmetamorfne kamenine v okolici Črne pri Mežici Contact-metamorphic rocks from Črna at Mežica

Ana Hinterlechner-Ravnik

Geološki zavod, 61000 Ljubljana, Parmova 33

Intruzija granita pri Črni je povzročila kontaktno metamorfozo obdajajočih pelitov in kremenovo-glinenčevih peščenjakov. Razvita sta dva faciesa: predvsem amfibolov rogovčev facies in tudi K-glinenčev cordieritni rogovčev facies. Pri zadnjem kaže mineralna asociacija mikroklin + cordierit + andaluzit na njegov nižji del, na ortoamfibolov subfacies. Prvotna laminacija sedimentov je ohranjena kot laminacija rogovčev.

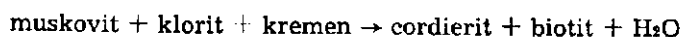
The intrusion of the granitic bodies at Črna produced the contact effects in the surrounding pelitic and quartzo-feldspathic rocks. Two facies are developed, namely, the hornblende hornfels facies and the higher temperature orthopyroxene hornfels facies. In the latter the mineral assemblage of microcline + cordierite + andalusite has been observed pointing to the orthoamphibole subfacies. It is noteworthy that the lamination of the original rocks is recognizable in banded texture of the hornfels.

Globočnine granitnega pasu karavanške magmatske cone na širšem območju Črne na Koroškem so povzročile kontaktno metamorfozo vulkanskih in sedimentnih kamenin, v katere so prodrle. Vzorce kontaktmetamorfni kamenin sedimentnega porekla sta nabrala P. Mioč in M. Žnidarčič ob poti zahodno od Lipolda proti Končniku. Granitni pas pa se stika ob samem robu tudi z izhodnim zelo šibko regionalno spremenjenim sericitno kloritnim skrilavcem štalenskogorske serije, ki vsebuje spilitizirani diabaz (J. Loeschke in K. Weber, 1973). H. V. Graber (1898) je natančno opisal genezo rogovca. Po neposrednem kontaktu prvotnih sedimentov in granita je sklepal, da se je del kontaktmetamorfni kamenin skupaj z granitom ob prelomu ugreznil. Na južnem obrobju granitnega pasu so izhodne kamenine povsem spremenjene v blestnik in gnajs. Enako velja za številne bloke v granitu samem. Gre za srednjezrnati in debelozrnati kremenov peščenjak z bazalno sericitno kloritno osnovo, kakršnega doslej pri nas v štalenskogorski seriji nismo poznali. Najdemo ga v karbonskih plasteh južno od Olševe, kjer se zmenjuje s pelitskimi različki in vsebuje zelo redke leče albitiziranega kremenovega porfirja.

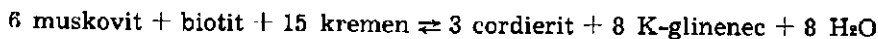
Različni odtenki vijoličasto rjavega rogovca so odvisni od količine rdečkaste biotita. Vzorce brez biotita so sivkasti. Rekristalizacija je napredovala

v smeri prvotne laminacije in je zato ohranjena. Sestava mineralnih asociacij in velikost zrn sta odvisni od prvotne sestave in velikosti zrn po posameznih laminah. Vozlasti rogovec kaže transverzalno skrilavost, ki seče tudi drobne blaste cordierita, in je mlajša od kontaktne metamorfoze (sl. 1). Istočasno ohranjena fina laminacija, vezana na prvotno razliko v sestavi in strukturi, izključuje nastanek kontaktnometamorfnih kamenin iz retrogradno spremenjenih regionalnometamorfnih različkov.

Cordierit ima različno mikrostrukturo in je značilen mineral raziskanih metasedimentov. V metapelitih severnega obrobja granitnega pasu leže blasti intermediarnega cordierita v fino-zrnati osnovi rdečkastega biotita, muskovita, klorita in kremena. Pogosto so neizrazito dvojčični in polni finih vključkov, ki ustrezajo mineralom v osnovi skrilavca in neprosojnim mineralom. Tak cordierit je značilen za zunanje dele toplotne avreole v začetnih pogojih kristalizacije amfibolovega rogovčevega faciesa (W. E. Tröger, 1967). Možen potek reakcije je naslednji:



V bolj raznoličnem blestniku in gnajsu na južnem obrobju granita, ki sta rekristalizirala pri višji temperaturi, in zlasti v sedimentnih blokih, zajetih v granitu, pa je cordierit prosojen, monokristalen ali izrazito dvojčičen. Ponekod vsebuje luske rdečega biotita. Pogosto je delno ali popolnoma spremenjen v pinit. V njegovi združbi so kremen, oligoklaz, rdečkasti biotit, akcesorni muskovit in gobasti andaluzit. Redki vzorci vsebujejo poleg cordierita mikroklin (sl. 2), ki pomeni začetek piroksenovega rogovčevega faciesa, oziroma K-glinenčev cordieritni rogovčev facies po H. G. F. Winklerju (1974). Mikroklin ima tipično mrežo. Možen potek reakcije je po H. G. F. Winklerju (1967, p. 72) naslednji:



V teh vzorcih ni muskovita, niti sillimanita, nastopa pa še vedno andaluzit. Zrna so velika 1 do 3 mm.

Raziskane kontaktnometamorfne kamcnine izhajajo iz metamorfoziranega pelita in kremenovega peščenjaka z bazalno kloritno sericitno kremenovo osnovo. Prisotnost andaluzita in cordierita kaže na visoko vrednost razmerja $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}$ v prvotnem sedimentu. En sam laminiran vzorec, ki vsebuje poleg zelene rogovače tudi kremen, plagioklaz, sericitne agregate, epidot in zeleni biotit, izhaja verjetno iz bazičnega tufa. Kontaktnometamorfne bazične različke v okolici Schaide je opisal H. V. Graber (1930) in domneval, da izhajajo iz diabaza štalenskogorske serije. Potreben bi bil natančen pregled bazičnih vključkov v granitu, ki jih sicer prištevamo h granitni asociaciji.

Stopnja metamorfoze raziskanih sedimentov ustreza celotnemu območju amfibolovega rogovčevega faciesa in prehodu v K-glinenčevo cordieritni rogovčev facies. Asociacija mikrokлина, cordierita in andaluzita, vendar brez muskovita in sillimanita, dokazuje kristalizacijo v ortoamfibolovem subfaciesu, ki predstavlja nižji del K-glinenčevo cordieritnega rogovčevega faciesa. Območje pritiska in temperature kontaktnometamorfnih sprememb, ki ga kažejo metamorfne mineralne asociacije raziskanih metapelitov, variira od cca 0,5 kb in

Tabla 1 — Plate 1

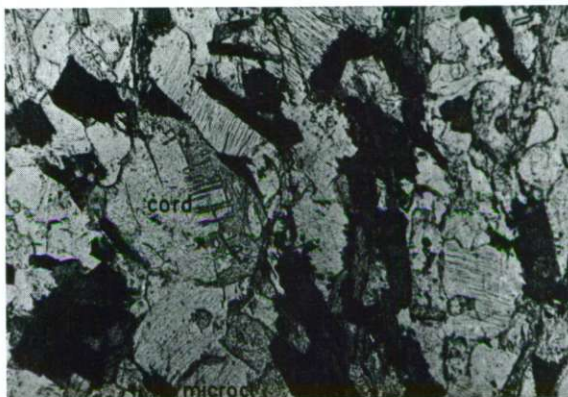
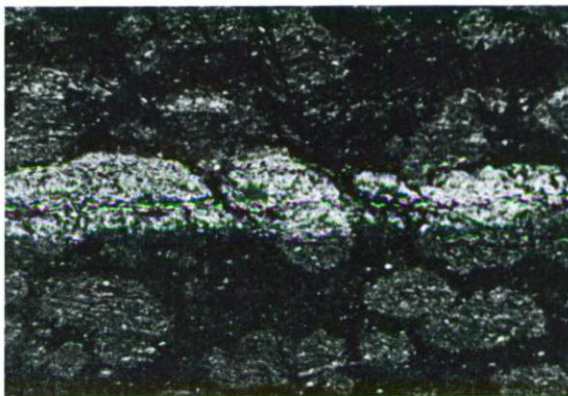
Sl. 1 — Fig. 1

Laminirani biotitno muskovitni kremenov vozlasti skrilavec z intermediarnim cordieritom. Drobnji blasti cordierita vsebujejo številne fine vključke biotita in hematita, verjetno tudi klorita. Jasno izražena prečna skrilavost

Vzorec 20435/1, nikola paralelna, 16 ×

Banded biotite-muscovite-quartz spotted slate with intermediate cordierite. Fine biotite and hematite inclusions in small cordierite blasts. Distinct transversal cleavage

Sample 20435/1, nicols parallel, 16 ×



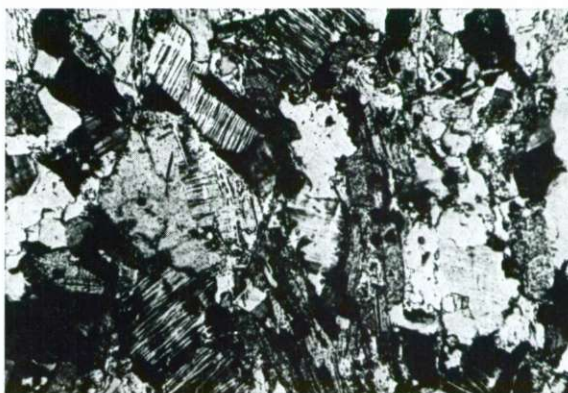
Sl. 2 in 3 — Figs. 2 and 3

Biotitno kremenov oligoklazni skrilavec s cordieritom in mikroklinom. Cordierit delno piniziran

Vzorec 19414/2, nikola paralelna (sl. 2) in navzkrižna (sl. 3), 25 ×

Biotite-quartz-oligoclase schist with cordierite and microcline. Cordierite partly altered to pinite

Sample 19414/2, nicols parallel (fig. 2) and crossed (fig. 3), 25 ×



520° C do največ 2,5 kb in cca 650° C (H. G. F. Winkler, 1967, p. 70 in 1974, p. 59). Najvišji možen pritisk ustreza približni globini 9 km. Vendar značilne mineralne asociacije niso občutljive za spremembo pritiska. Globina in ustrezeni pritisk sta bila zato verjetno precej manjša.

Literatura

Graber, H. V. 1898, Die Aufbruchzone von Eruptiv- und Schiefergesteinen in Süd-Kärnten. Jb. geol. R.-A., 47. Bd. 1897., 2. Hf., 225—294, Wien.

Graber, H. V. 1930, Neue Beiträge zur Petrographie und Tektonik des Kristallins von Eisenkappel in Südkärnten. Mitt. Geol. Ges. Wien, 22. Bd. 1929, 25—64, Wien.

Loeschke, J. und Weber, K. 1973, Geochemie und Metamorphose paläozoischer Tuffe und Tonschiefer aus den Karawanken (Österreich). N. Jb. Geol. Paläont. Abh., Bd. 1, Hf. 142, 115—138, Stuttgart.

Tröger, W. E. 1967, Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Teil 2. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Winkler, H. G. F. 1967, Die Genese der metamorphen Gesteine. 2. Aufl. Springer-Verlag, Berlin.

Winkler, H. G. F. 1974, Petrogenesis of Metamorphic Rocks. Third Ed. Springer-Verlag, Berlin.

UDK 552.321.3+552.322.1(234.323.61)=20

Plutonic Emplacement in the Eastern Karavanke Alps

Granitni in tonalitni pas v Vzhodnih Karavankah

Ernest Faninger

Prirodoslovni muzej Slovenije, 61000 Ljubljana

Ivo Štruel

Rudniki svinca in topilnica Mežica

In the Eastern Karavanke Alps two nearly parallel plutonic belts extend in the west-east direction. The northern belt is characterized by granite associated with gabbro and monzodiorite, in the southern, however, tonalite prevails. They are separated by a narrow phyllite stripe overprinted by contact metamorphism. Their origin, and age in particular, involved many difficulties. Since some phyllite blocks have been found in tonalite at Ravne above Šoštanj, the solution became easier. It is noteworthy that a large phyllite block is intruded and impregnated with granite. Hence follows that the granite rock association is older than tonalite. From radiometric dating it results that granite is related to the Variscan orogeny and tonalite to the Alpine magmatism. Along the northern border of the granitic belt, a clear north vergence occurs. The southern contact of the tonalitic belt, however, shows various structural features. The southern contact is considered to be a part of the great Periadriatic Lineament. Finally it should be noted, that no genetical relations exist between the Karavanke plutonism and lead-zinc ore deposits occurring in the Eastern Karavanke Alps as the latter appear to be of Triassic age.

V Vzhodnih Karavankah potekata približno vzporedno od zahoda proti vzhodu dva pasova globočnin. Severni sestoji v glavnem iz granita, za južnega pa je značilen tonalit. Oba pasova magmatskih kamenin loči ozek pas kontaktno metamorfoziranega filita. O starosti karavanških globočnin so doslej menili prav različno; toda odkar so bili na Ravnah nad Šoštanjem v tonalitu odkriti bloki filita, od katerih je eden intrudiran in impregniran z granitom, je postalo jasno, da je granit starejši od tonalita. Radiometrične meritve so med tem že potrdile, da je granit variscičen, tonalit pa alpidski. Vzdlž južnega roba tonalitnega pasu poteka periadriatski lineament. Triadna svinčevo-cinkova orudenja v Vzhodnih Karavankah nimajo ničesar skupnega s karavanškim plutonizmom.

The Eisenkappel emplacement of the Eastern Karavanke Alps is made up of two parallel magmatic belts separated by a narrow phyllite stripe. The structure is 42,5 kms long and extends in east-west direction. In the northern belt of the breaking up zone a porphyritic granite prevails associated with gabbro, diorite and monzodiorite. This rock association appears to be genetically related (C. Exner, 1971, 104). The prevailing rock of the southern belt is quartz-biotite-hornblende diorite showing a distinct parallel structure; mostly it is named tonalite. Usually the northern belt is named granitic belt and the southern one tonalitic belt. In the tonalitic belt also some transitional rocks like quartz-biotite diorite and granodiorite occur. At its south-eastern end occurs a porphyritic rock showing indistinct parallel structure. All the rocks of the tonalitic belt are genetically close related. They can hardly be discerned with the naked eye (E. Faninger, 1976, 196—199).

Unsolved is the question of the stratigraphic position of the phyllite in between the magmatic belts. In all probability it is to be compared with the highly phyllitized lower suite of the Magdalensberg series (F. Kahler, 1953, 14), which belongs to the Ordovician period (G. Riehl-Herwirsch, 1970). As this schistose rock exhibits a clear contact-metamorphic overprint, it is here designated as contact-metamorphic phyllite.

At all times there was disagreement between the geologists about the age of the plutonic rocks. According to F. Teller (1896, 32) granite was considered to be the youngest rock. Similar suggestions have been made by H. W. Graber (1929) and C. Exner (1971). According to A. Zorc (1955, 69) the granite was assumed to be older than tonalite, and perhaps even older than Triassic rocks. The age of the tonalite was resumed after C. Germovšek (1952) to be Upper Cretaceous to Miocene in age. I. Štručl (1965, 161; 1970, 6; 1974, 385) supposed that granite is of Variscan, whereas tonalite of Alpine origin. His contention is supported by the field work of F. Isailović and M. Miličević (1964), who found phyllite blocks intruded and impregnated with granite within tonalite. L. Kober (1938, 156) wrote about the old Eisenkappel granite and about the young (Alpine) Eisenkappel tonalite. J. Duhovnik (1956, 25) supposed that both intrusions are of Tertiary age, and after B. Berce (1960, 246) granite appears to be younger than Lower Scythian. Finally E. Faninger (1976, 204) succeeded in proving that the granite rock association and tonalite have been derived from two magmatisms different in ages. Through his additional field work and microscopic examination it became evident that the tonalite is younger than granite.

According to radiometric dating, the rocks of the granitic belt are of Variscan age (244—216 million years) and those of the tonalitic belt originated by relatively young Alpine orogenic events during the Tertiary period (29—28 million years) (R. Cliff, H. F. Holzer & D. C. Rex, 1974; H. J. Lippolt & R. Pidgeon, 1974; S. Scharbert, 1975).

Some details observed during our field work could give us certain information about the geologic age of the Karavanke plutons. In the east, the northern belt of the breaking up zone borders on Tertiary deposits containing pebbles derived from granite and tonalite (E. Faninger, 1970, 100). F. Teller (1898) supposed that these deposits belong to the Socka beds of Oligocene age.

Recently they are considered to be equivalent to Middle Miocene Eibiswald beds (P. Mioč, 1976). Therefrom it results that Karavanke plutons are of pre-Middle Miocene age. In this way the upper boundary of the intrusion interval is determined. North of the granite the early Paleozoic Magdalensberg series occurs indicating the lower limit of the granitic intrusion. H. W. Graber (1929) and C. Exner (1971, 64) dealt with the contact metamorphism related to the intrusion. The contact between the granite and Magdalensberg series, as well as between granite and Triassic beds, is for the most part tectosequent. The section Topla-Koprivna appears to be an exception as there a contact—metamorphic schist and hornfels are joined to the granite (H. W. Graber, 1929; I. Štručl, 1954, 1965). No contact effects could be found in the Triassic beds occurring at the contact with granite in the section Črna—Topla (I. Štručl, 1954). That is why a pre-Triassic age of granite was supposed (A. Zorc, 1955; I. Štručl, 1965).

As to the age of the tonalite, it could be supposed only that it is younger than the contact-metamorphic phyllite in which tonalite apophyses occur. The contact-metamorphic phyllite has been considered to be a schistose cover of the tonalitic intrusion (F. Teller, 1896, 22). The Triassic beds lying in the south of the magmatic emplacement can not give any information of the age of the intrusion, as the contact tonalite/Triassic rocks is of tectonic nature.

It results from the above explanations that a rather wide intrusion interval is in question, involving an intrusive phasis from Variscan to Alpine igneous activity. The problem under consideration appears to be insolvable according to the geological features shown in Teller's geological map (F. Teller, 1898). The tonalitic and granitic belts there are plotted to be separated in their whole extent by contact-metamorphic phyllite (fig. 1). The solution of the age problem is somewhat advanced since S. Isailović and M. Milićević (1964) called our attention to the phyllite blocks enclosed within tonalite in its easternmost part. A large phyllite enclosure intruded and impregnated with granite is particularly interesting (fig. 2). Notwithstanding, the tectonic contact between phyllite and tonalite appears to be problematic. But no large displacement could be indentified there, as a remnant of a schistose cover is in question. The problem can be explained in the following way:

Firstly phyllite was impregnated with granite and affected by contact-metamorphism. At a later period the tonalitic intrusion followed, and at that time the contact-metamorphic phyllite turned to the cover mass of the tonalite. Such a succession of the geologic events does agree with radiometric dating mentioned above.

Finally let us make some remarks about the Alpine/Dinaric boundary (L. Kober, 1938, 156), and the "Ostalpin" and "Südalpin" (H. Bögel, 1975, 176) respectively. The northern and the southern boundaries of the crystalline breaking-up zone are characterized by important displacements. In the north, there a clear north vergence occurs; in the south, however, the fault appears to be vertical. The north vergence of the granitic belt is evident from thrust faults and overthrusts occurring in the North Karavanke range of mountains. In the south, however, the relations are rather unclear. Therefrom both the north- and south vergence are reported: According to C. Exner (1971, 8—9)

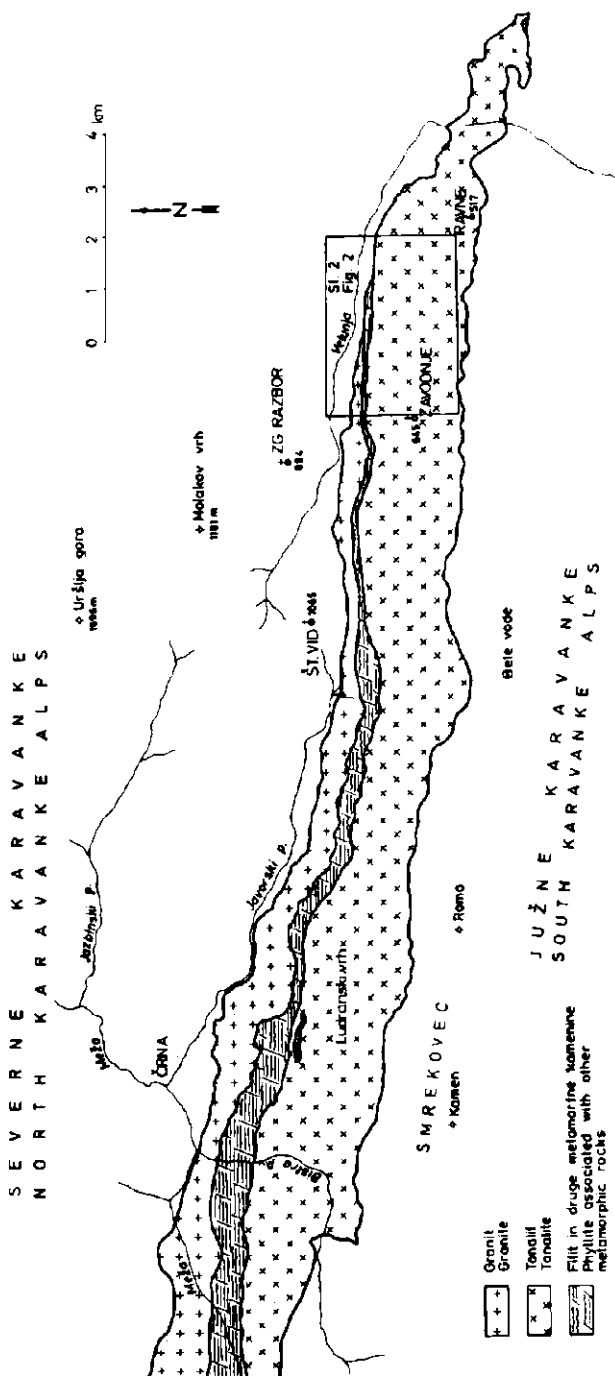


Fig. 1. Outline map of the Eisenkappel plutonic emplacement (according to F. Teller, 1896)

Sl. 1. Geološka skica železnokapelskega magmatskega pasu (po F. Tellerju, 1896)

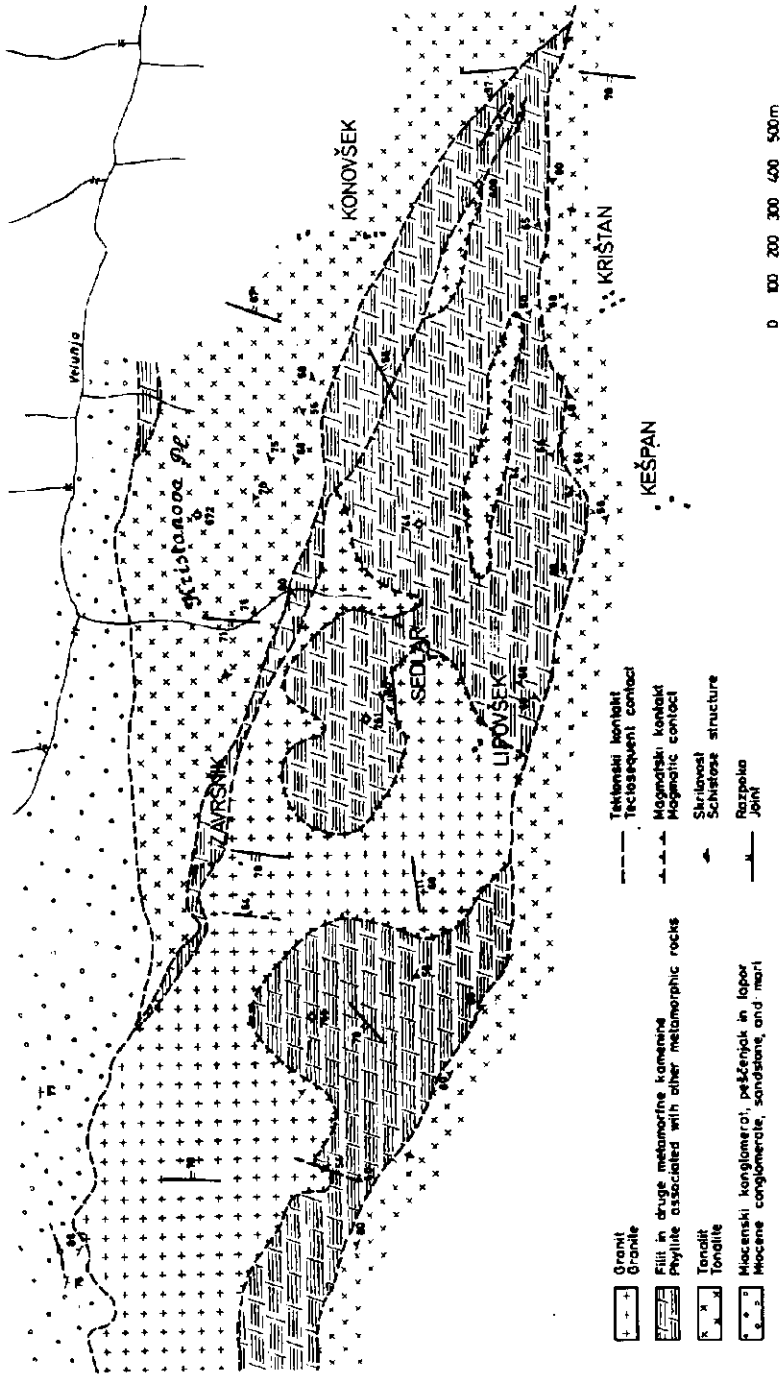


Fig. 2. Structural map of the eastern part of the Eisenkappel plutonic emplacement (according to S. Isailović & M. Miličević, 1964)

the Werfen beds of the Olševa Mt. are driven northwards over the mylonitized tonalite, whereas elsewhere in the west a perpendicular or even reversed fault occurs inclined northwards. Similar features have been found in the east where the shattered zone is some meters wide. The southern dislocation line appears to be more important compared to the northern one. This results from a well expressed mylonitization and other geological relations. A direct contact granite/Magdalensberg series is a general characteristic of the northern granite boundary. The southern contact of tonalite, however, varies more in nature and appearance. There have been brought together various lithostratigraphic sequences and different structural units as well. Moreover, Oligo-Miocene volcanic activity appears to be associated with the southern faulted structures (A. Hinterlechner-Ravnik and M. Pleničar, 1967, 237; R. W. Bemmelen, 1970, 141; I. Struel, 1971, 290). Consequently the southern fault does come into consideration as a part of the Periadriatic Lineament (see C. Exner, 1976, 20). The breaking up zone of the Karavanke Alps belongs in its entire extent to the Eastern Alps or to the "Ostalpin".

Along the magmatic zone, there occur some lead and zinc ore deposits, for instance Mežica. Their origin has been supposed to be associated with the granitic plutonism (B. Berce, 1960, 248). This conception could, however, hardly be taken into consideration due to a great difference in geologic age of the plutonic intrusions and mineralization. The latter appears to be of Triassic age, whereas granite is of Paleozoic and tonalite of Tertiary age.

References

- Bemmelen, R. W. van, 1970, Tektonische Probleme der östlichen Südalpen. Geologija, 13. knjiga, 113—158, Ljubljana.
- Berce, B. 1960, Nekateri problemi nastanka rudišča v Mežici. Geologija, 6. knjiga, 235—250, Ljubljana.
- Bögel, H. 1975, Zur Literatur über die »Periadriatische Naht«. Verh. Geol. B.-A., H. 2/3, 163—199, Wien.
- Cliff, R., Holzer, H. F. & Rex, D. C. 1974, The Age of the Eisenkappel Granite and the History of the Periadriatic Lineament. Verh. Geol. B.-A., Heft 2—3, 347—350, Wien.
- Duhovnik, J. 1956, Pregled magmatskih in metamorfnih kamenin Slovenije. Prvi jugoslovanski geološki kongres, 24—26, Ljubljana.
- Exner, C. 1971, Geologie der Karawankenplutone östlich Eisenkappel, Kärnten. Mitt. Geol. Ges. in Wien 64. Band, 1—103, Wien.
- Exner, C. 1976, Die geologische Position der Magmatite des periadriatischen Lineamentes. Verh. Geol. B.-A., Heft 2, 3—64, Wien.
- Faninger, E. 1970, Pohorski tonalit in njegovi deferenciati. Geologija, 13. knjiga, 35—104, Ljubljana.
- Faninger, E. 1976, Karavanški tonalit. Geologija, 19. knjiga, 153—210, Ljubljana.
- Germovšek, C. 1952, Petrografske preiskave na Pohorju v letu 1952. Geologija, 2. knjiga, 191—210, Ljubljana.
- Graber, H. W. 1929, Neue Beiträge zur Petrographie und Tektonik des Kristallins von Eisenkappel in Südkärnten. Mitt. Geol. Ges. in Wien, XXII. Band, 25—64, Wien.
- Hinterlechner-Ravnik, A. in Pleničar, M. 1967, Smrekovski andezit in njegov tuf. Geologija, 10. knjiga, 219—237, Ljubljana.
- Isailović, S. & Miličević, M. 1964, Geološko kartiranje granita Črne na Koroškem i obodnih tvorevina. Poročilo Zavoda za nuklearne sirovine, Beograd. (Arhiv: Rudnik svinca in topilnica, Mežica).

- Kahler, F. 1953, Der Bau der Karawanen und des Klagenfurter Beckens. Carinthia II, Sonderh. 16, 1—78, Klagenfurt.
- Kober, L. 1936, Der geologische Aufbau Österreichs. Verlag von Julius Springer, I—V, 1—204, Wien.
- Lippolt, H. J. & Pitgeon, R. 1974, Isotopic Mineral Ages of a Diorite from the Eisenkappel Intrusion, Austria. Z. Naturforsch. 29 a, Wiesbaden. (Loc. cit. Scharbert, S. 1975).
- Mioč, P. 1976, Osnovna geološka karta 1 : 100 000. Tolmač za list Slovenj Gradec (v tisku).
- Riehl-Herwirsch, G. 1970, Zur Altersbestimmung der Magdalensbergserie. Mittelkärnten, Österreich. Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., Bd. 19. 195—214, Wien.
- Scharbert, S. 1975, Radiometrische Altersdaten von Intrusivgesteinen im Raum Eisenkappel (Karawanen, Kärnten). Verh. Geol. B.-A., Jahrgang 1975, Heft 4, 301—304, Wien.
- Štručl, I. 1954, Proučavanje kontakta sedimentne serije sa granitsko-granitporfirskim masivom i rudnih pojava u dolini Tople. Diplomsko delo. Rudarsko geološki fakultet (TVŠ), Beograd.
- Štručl, I. 1965, Nekaj misli o nastanku karavanških svinčevo-cinkovih rudišč s posebnim ozirom na rudišče Mežica. Rudarsko-metalurški zbornik, št. 2, 155—164, Ljubljana.
- Štručl, I. 1970, Stratigrafske in tektonske razmere v vzhodnem delu severnih Karavank. Geologija, 13. knjiga, 5—34, Ljubljana.
- Štručl, I. 1971, On the Geology of the Eastern Part of the Northern Karawanke with Special Regard to the Triassic Lead-Zinc-Deposits. Sedimentology of parts of Central Europe. Guidebook. VIII. Int. Sediment. Congress.
- Štručl, I. 1974, Nastanek karbonatnih kamenin in cinkovo svinčeve rude v anizičnih plasteh Tople. Geologija, 17. knjiga, 299—397, Ljubljana.
- Teller, F. 1896, Erläuterungen zur geologischen Karte der östlichen Ausläufer der Karnischen und Julischen Alpen (Ostkarawanen und Steiner Alpen). Geol. R.-A., Wien.
- Teller, F. 1898, Geologische Spezialkarte, Blatt Prassberg a. d. Sann, Maßstab 1 : 75 000, Geol. R.-A., Wien.
- Teller, F. 1898, Geologische Spezialkarte, Blatt Eisenkappel und Kanker Maßstab 1 : 75 000. Geol. R.-A., Wien.
- Zorc, A. 1955, Rudarsko geološka karakteristika rudnika Mežica. Geologija, 3. knjiga, 24—80, Ljubljana.

UDK 551.44:551.312.3:552.12:551.793 (497.12) = 863

Kras na konglomeratnih terasah ob Zgornji Savi in njenih pritokih

Karstification of conglomeratic terraces along the Upper Sava River and tributaries

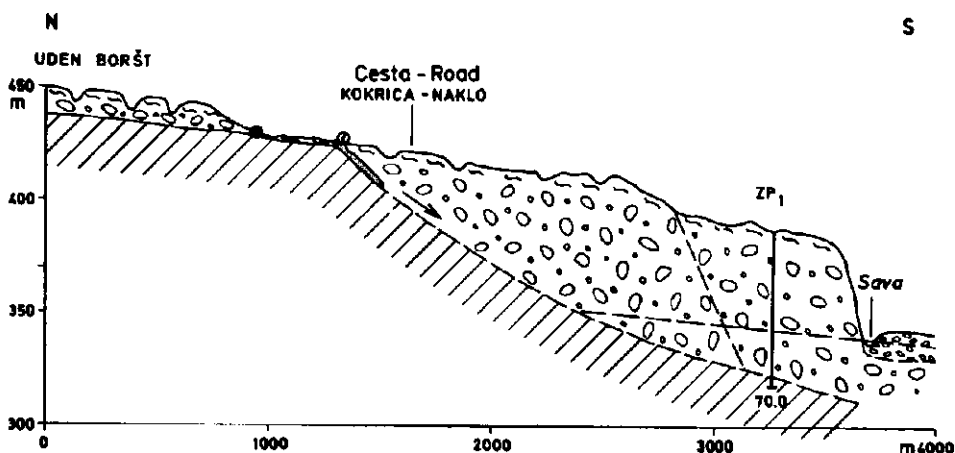
Ljubo Žlebnik

Geološki zavod, 61000 Ljubljana, Parmova 33

Med Kranjem in Radovljico se je na konglomeratnih terasah v porečju Save razvil plitvi kras. V konglomeratu prevladujejo apnene oblice, bolj redki so prodniki vulkanskih kamnin. Vezivo je apneno. Zakrasevanje sega v mindelsko-riško medledeno dobo, ko so bile apnene terasne naplavine ugodna podlaga za razvoj krasa v toplejšem podnebju in ob obilici vode. Od takrat je minilo dvesto tisoč do tristo tisoč let. V tej dobi so se razvile različne kraške oblike od vrtač do pravih kraških jam ter do ponorov in kraških izvirov. Po vrtačah sklepamo na hitrost zakrasevanja; na visokih terasah so dobro razvite, velike in globoke, medtem ko so na nizkih — mlajših terasah komaj v začetni stonji razvoja.

Interesting karst features were identified over Pleistocene conglomeratic terraces along the Sava River and tributaries in Upper Carniola. In conglomerate calcareous pebbles prevail associated with some pebbles derived from volcanic rocks. The abundant cementing material is calcareous. Over the high terraces the sinkholes are well developed. They are larger and deep-seated compared to the sinkholes occurring over the lower terraces. Beside the sinkholes there are to be found also some other karst phenomena. At Naklo village even a true water cave is developed. On the high terraces there occur karst springs, whereas on the younger terraces ponors (swallow holes) are to be met. The karstified terraces belong to the Mindel glacial stage. The time intervals between glacial epochs were favourable to maintain of a warm climate to permit the solution and precipitation of carbonate rocks.

V Sloveniji ni zakrasel samo apnenec v Dinarskem gorstvu in Alpah ampak tudi konglomerat pleistocenskih teras v porečju Save med Kranjem in Radovljico. V konglomeratu prevladujejo apneni prodniki, bolj redki so prodniki vulkanskih kamenin. Vezivo je apneno. Ta kras je še posebej zanimiv zato, ker so starejše, više ležeče pleistocenske konglomeratne terase znatno močnejše zakrasede kot mlajše. To kaže predvsem razvoj vrtač, ki so večje in globlje na srednjepleistocenskih konglomeratnih terasah, medtem ko so na mlajšepleistocenskih (riških) še povsem neizrazite. Poleg vrtač je opaziti še druge kraške pojave, predvsem kraške jame, med katerimi je najbolj znana vodna jama pri

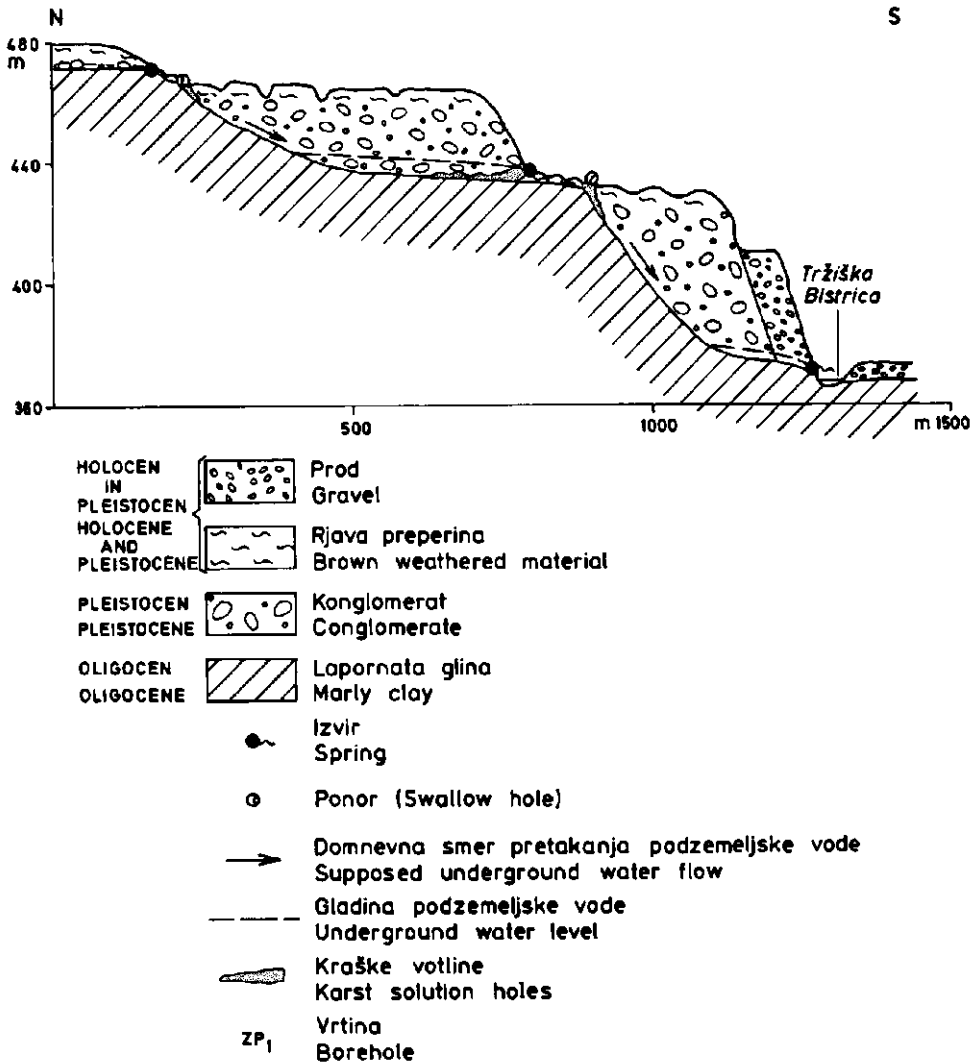


Sl. 1. Presek pleistocenskih konglomeratnih teras zahodno od Kranja
Legenda pri sl. 2

Fig. 1. Cross section of Pleistocene conglomeratic terraces west of Kranj
See fig. 2 for explanation

Naklem, ki ji pravijo Arneševa luknja; raziskana je v dolžino 300 m. Znani so tudi kraški izviri in ponori.

Geološka raziskovanja in vrtanja so pokazala, da gre za plitvi kras; konglomerat, ki sestavlja terase, je debel 10 do 50 m, malokje več. Pod konglomeratom leži neprepustna oligocenska glina. Kraški izviri na stiku gline in konglomerata imajo nekatere posebnosti. Njihova izdatnost niha, kot pri vseh kraških izvirih, vendar znatno manj kot v dinarskem krasu, in nikoli ne presuše. Razen tega kažejo opazovanja v Arneševi luknji, da imajo večji kraški kanali, ki potekajo na stiku gline in konglomerata, vlogo drenaž; vanje enakomerno doteka podzemeljska voda z obeh strani. Na podlagi tega sklepamo, da je vodna gladina v konglomeratnih terasah zvezna, podobno kot v prodnih naplavinah, le da je na posameznih mestih v kraških kanalih pretok podzemeljske vode večji in hitrejši. Po zakrasedlosti pleistocenskih konglomeratnih teras sklepamo, da je zakrasedanje sorazmerno hiter proces. Popolnoma razvit kras z vrtačami, kraškimi izviri in ponori smo našli v konglomeratnih terasah domnevno mindelske starosti. Zato sklepamo, da je za nastanek tipičnega krasa dovolj 200 000 do 300 000 let. Upoštevati je namreč treba, da je obstajalo ugodno okolje za razvoj krasa v toplih medledenih dobah, ko je bila temperatura primerna tako za odlaganje kot za raztapljanje karbonatov. V teh dobah so si reke zarezale globoke struge, zato so se znašle terase visoko nad rečnimi dolinami, kar je omogočilo intenzivno pretakanje padavinskih voda v globino in raztapljanje karbonatov. Za začetek zakrasedanja mindelskih teras lahko privzamemo v najboljšem primeru sredino mindelsko-riške medledene dobe; na ta način dobimo, da je kras na tem območju star 200 000 do 300 000 let.



Sl. 2. Presek pleistocenskih konglomeratnih teras pri Dolenji vasi
Fig. 2. Cross section of Pleistocene conglomeratic terraces at Dolenja vas

Literatura

- Gantar, J., 1955, Arneševa luknja. Poročila SAZU, Acta carsologica, Ljubljana.
 Zlebnik, L., 1971, Pleistocen Kranjskega, Sorškega in Ljubljanskega polja.
 Geologija 14, Ljubljana.

UDK 552.143+550.4+628.54(285.2)(497.12)=20

Lakes Bled and Bohinj

Origin, Composition, and Pollution of Recent Sediments

Franc Marcus Molnar

Limnološka postaja Bled, Kemijski inštitut Borisa Kidriča, 61000 Ljubljana, Hajdrihova 19, Jugoslavija

Peter Rothe

Abteilung für Geologie, Geographisches Institut der Universität Mannheim, 6800 Mannheim 1, Schloss, B. R. Deutschland

Ulrich Förstner

Institut für Sedimentforschung der Universität Heidelberg, 6900 Heidelberg 1, Im Neuenheimer Feld 236, B. R. Deutschland

Janez Štern and Bojan Ogorelec

Geološki zavod Ljubljana, 61000 Ljubljana, Parmova 33, Jugoslavija

Alojz Šercelj and Metka Culiberg

Slovenska akademija znanosti in umetnosti, 61000 Ljubljana, Novi trg 3, Jugoslavija

Abstract

Fifteen grab samples and two shallow cores were studied from Lake Bled. Their carbonate contents are in the range 55—79 %. Calcite prevails but dolomite may occasionally amount up to 38 % of the carbonate compound. The non-carbonates seem mostly to be diatoms besides some quartz and traces of feldspar and clay minerals. Chemical analysis of the core sediments revealed a general increase of the heavy metals Zn, Cd and Pb in the uppermost layer. The highest content of Zn (up to 970 ppm) and Pb (up to 160 ppm) were found within nearshore grab samples thus indicating sewage input. The increased eutrophication of Lake Bled is evident.

Eight grab samples and one core from Lake Bohinj are also carbonate rich sandy silts and clays with total carbonate contents ranging from 53—91 %. Calcite prevails especially in the western part of the lake. Dolomite content is, in the average, higher than in Lake Bled. The non-carbonates seem essentially similar to the Bled sediments. The core samples contain an increase of the heavy metals Zn, Cu, and Pb within the uppermost 10 cms. In addition, Fe-, Mn-, Cr-, and Ni-contents are unusually high compared to Bled.

Kratka vsebina

V poročilu so prikazani začasni podatki o sedimentoloških in geokemičnih parametrih iz raziskav sedimentov v Blejskem in Bohinjskem jezeru. Iz Blejskega jezera smo preiskali vzorce 15 zajemov s površja jezerskega dna ter dveh jeder sedimenta do globine 45 cm. V sedimentu prevladuje karbonatni glinasti melj, ki vsebuje v zgornjih 10 cm pod površjem obilo organskih snovi. Zaradi menjavanja organskih in anorganskih sestavin je sediment laminiran. V preiskanih vzorcih je znašala celokupna količina karbonatov 55 do 79 %; bistvenih razlik med vzorci s površja in iz globine ni bilo. Prevladuje kalcit, vendar vsebuje ponekod karbonatna frakcija do 38 % dolomita. Med nekarbonatnimi sestavinami prevladujejo skeleti diatomej, v manjših količinah pa so zastopani še kremen, glinenec in minerali glin. Karbonatni sedimenti Blejskega jezera so v glavnem detritičnega izvora, saj sestoji tudi okolica jezera večidel iz triadnih karbonatnih kamenin. To velja predvsem za delež dolomita v sedimentu, medtem ko za kalcit ne moremo izključiti možnosti avtohtonega nastajanja ob udeležbi vodnih rastlin. Kemične analize jedrskih vzorcev kažejo splošno povečane količine cinka in kadmija, posebno pa svınca v zgornjih centimetrih profilov ponekod do 160 ppm. Najvišje koncentracije Zn in Pb smo našli v vzorcih sedimenta blizu obale, kar kaže na dotoke odpadnih voda. S tem v zvezi je postajala jezerska voda vedno bolj eutrofična.

Iz sedimenta Bohinjskega jezera smo preiskali vzorce 8 zajemov z jezerskega dna in eno jedro. Tudi v tem jezeru sestoji sediment v glavnem iz karbonatnega melja in gline. Vsebuje 53 do 91 % karbonatov; med njimi prevladuje kalcit, vendar je ponekod v karbonatni frakciji dolomita do 69 %. Količine dolomita v sedimentu Bohinjskega jezera so v celoti višje kot v Blejskem jezeru. Dolomit je nedvomno detritičnega izvora. To velja tudi za glavni del kalcita, vendar domnevamo, da je tudi v Bohinjskem jezeru del kalcita avtohton. Nekarbonatne sestavine sedimenta obeh jezer se ne razlikujejo bistveno. Kemične analize jedra kažejo, da količine Zn, Cu in Pb v zgornjih centimetrih sedimenta postopno naraščajo.

Pelod v jedrih sedimenta iz Blejskega in Bohinjskega jezera kaže, da so usedline v obeh profilih relativno mlade in niso starejše od 400 do 500 let.

Zusammenfassung

Es wird über vorläufige Ergebnisse einer Untersuchung der Sedimente aus den Seen von Bled und Bohinj in Slowenien (Jugoslawien) berichtet; dabei werden sedimentologische und geochemische Parameter diskutiert.

Fünfzehn Greiferproben und zwei kurze Sedimentkerne mit einer max. Eindringtiefe von 45 cm wurden aus dem Bled-See untersucht. Es handelt sich um karbonatreiche Silte und Tone, in deren oberflächennahen 10 cm organisches Material häufig auftritt; entsprechend dem Wechsel von mineralischen und organischen Komponenten sind sie im mm-Bereich laminiert. Der Gesamtkarbonatgehalt der untersuchten Proben reicht von 55 bis 79 %, wobei keine wesentlichen Unterschiede zwischen Oberflächenproben und Kernproben bestehen. Es überwiegt Calcit, doch kann die Karbonatfraktion gelegentlich bis zu 38 % Dolomit enthalten. Die Nicht-Karbonate sind überwiegend Diatomeen-Skelette; ausserdem treten geringe Mengen an Quarz, Feldspat und Tonmineralien auf. Die Karbonatsedimente in Bled-See sind im wesentlichen als detritische Bildungen aufzufassen, da die Umgebung des Sees aus Karbonatgesteinen von meist triassischen Alter besteht. Dies gilt insbesondere für den Dolomitanteil, während beim Calcit eine autochthone Bildung unter Mitwirkung von Wasserpflanzen nicht ausgeschlossen werden kann. Die chemischen Analysen an den Sedimentkernen erbrachten einen allgemeinen Anstieg der Schwermetalle Zink, Cadmium und besonders Blei, der sich

in den obersten Profilzentimetern vollzieht, wobei Bleigehalte von z. T. 160 ppm erreicht werden. Die höchsten Konzentrationen für Zink und Blei wurden in den ufernahen Proben gefunden, was auf abwasserhaltige Zuflüsse hinweist. Im Zusammenhang damit muss auch die beobachtete Zunahme der Eutrophierung des Sees gesehen werden.

Aus dem Bohinj-See wurden acht Greiferproben und ein Sedimentkern untersucht. Auch in diesem See handelt es sich im wesentlichen um karbonatreiche Silte und Tone mit Gesamtkarbonatgehalten von 53 % bis 91 %. Dabei überwiegt im allgemeinen Calcit, doch wurden in Einzelfällen Dolomitgehalte bis 69 % der Karbonatfraktion angetroffen. Insgesamt sind die Dolomitgehalte des Bohinj-Sees höher als die von Bled. Dolomit ist eindeutig detritisch und wird durch die Zuflüsse in den See transportiert. Dies gilt auch für die Hauptmenge des Calcits, obwohl auch dafür ein geringer Anteil durch autochthone Bildung vermutet werden kann. Die Nicht-Karbonate unterscheiden sich nicht wesentlich von denen der Bled-Seesedimente. Die chemischen Analysen der Kernsedimente ergaben einen annähernd kontinuierlichen Anstieg der Schwermetalle Zink, Kupfer und Blei innerhalb der obersten Zentimeter zur Oberfläche hin.

Palynologische Untersuchungen zweier Bohrkerne von Boden der Seen von Bled und Bohinj haben gezeigt, dass die Ablagerungen, die zwei Bohrkerne erfassen, ziemlich jungen Alters sind, nicht älter als 400 bis 500 Jahre.

Contents

1. Preface	96
2. Limnological features of Lakes Bled and Bohinj	96
3. Geological setting of the surroundings of Lakes Bled and Bohinj	103
3.1. Lake Bled	103
3.2. Lake Bohinj	103
3.3. Pleistocene lacustrine chalk from the surroundings of Lake Bled	104
3.4. Sediments of the streams flowing into Lakes Bled and Bohinj	104
4. General properties of the sediments taken from Lakes Bled and Bohinj	107
4.1. Sampling methods	107
4.2. Field description	107
4.3. Grain size distribution	110
5. Pollen contents in sediments from Lakes Bled and Bohinj	112
5.1. Bohinj BH-5B	113
5.2. Bled BL-15B	114
6. Mineral association in sediments from Lakes Bled and Bohinj	115
6.1. Introduction	115
6.2. Analytical procedure	115
6.3. Lake Bled	115
6.31. Grab samples	115
6.32. Core samples	120
6.33. Origin of the Lake Bled sediment	121
6.4. Lake Bohinj	127
6.41. Grab samples	127
6.42. Core BH-5B	128
6.43. Origin of the Lake Bohinj sediment	128
6.5. Autochthonous formation and dissolution of calcite within Lakes Bled and Bohinj	129
6.6. Sedimentation rates	133
7. Geochemistry of recent sediments from Lakes Bled and Bohinj	145
7.1. Introduction	145
7.2. Analytical methods	146

7.3. Interpretation of metal data	146
7.31. Mean values	146
7.32. Core profiles	147
7.33. Inter-element relations	150
7.4. Human effects on the metal composition of sediments from Lake Bled	151
7.5. Metal contents associated with the lake carbonate sediments	151
8. Summary and conclusions	160
9. Acknowledgements	161
10. References	161

1. Preface

The quality of waters in many regions has greatly suffered as a result of the increasing impact on our environment by waste materials from industries, communities and agriculture. This development is especially conspicuous in a great number of fresh water lakes, that not only serve as drinking water and nutrient sources, but have a very high value for recreation purposes. Examples from all parts of the world have shown that lakes are very sensitive ecosystems that can be destroyed within a period of mere decades, and can then be regenerated only with very strenuous efforts.

Meanwhile ambitious, large-scale research programs have been introduced at several locations in order to evaluate the causes, extent and future consequences of the pollution, and to prepare appropriate counter measures. In this respect, the investigation of sediment has become increasingly important, since the distribution of pollutants that are only sparingly soluble is, both in their spatial and temporal development, relatively easy to ascertain from such sediment deposits. An example is the research program begun in 1975, for heavy metal distribution in the Sava catchment area in Slovenia, above all in the sediment in the heavily polluted Moste dam, for which the first research results have recently been published (J. Štern and U. Förstner 1976). In the scope of a long-term cooperation between the Geološki zavod Ljubljana and the Institute for Sediment Research of the University of Heidelberg/Dept. of Geology, University of Mannheim, detailed sampling of sediment from Lakes Bled and Bohinj and their affluents was carried out in late summer 1976, in order to be able to more closely examine various aspects of the sedimentological and geochemical conditions of these lakes (see figs. 1, 2 and 3).

The results of the team investigations are presented in six chapters relating to the different consideration aspects.

2. Limnological features of Lakes Bled and Bohinj

Franc Marcus Molnar

The Alpine lakes of Bled and Bohinj in Upper Carniola are characterized by two different environmental conditions. The latter is pure enough to maintain a natural biological equilibrium as the Savica River supplies it with water and air. Conversely, the ecological relations of Lake Bled are disturbed to a degree demanding a restoration. To overcome the lack of a natural aeration, a flushing project has been accomplished introducing a part of the Radovna River water through a pipeline into the lake (M. Rejic, 1973). The water

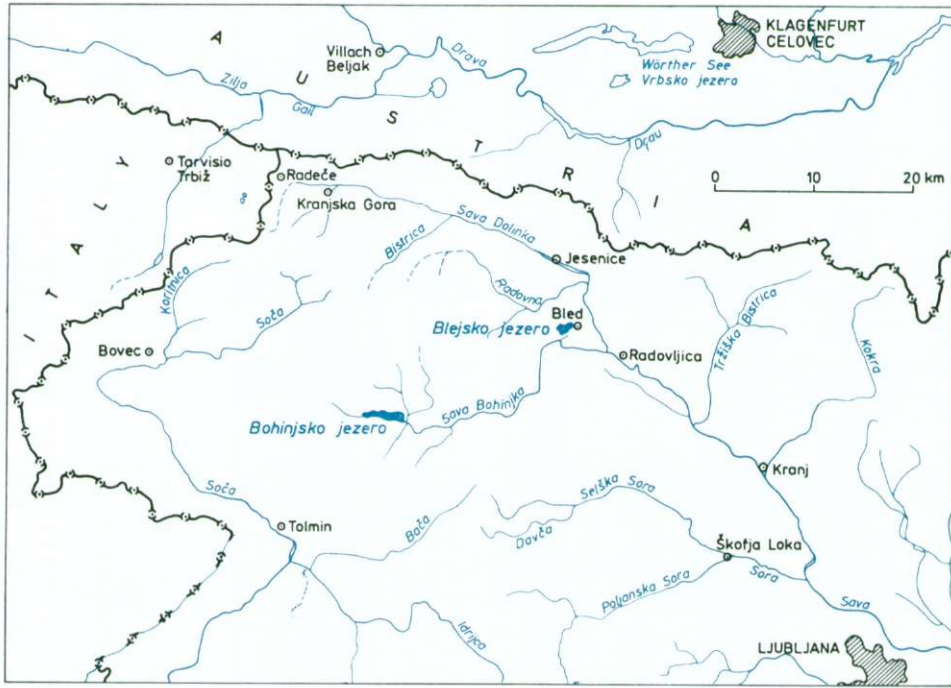
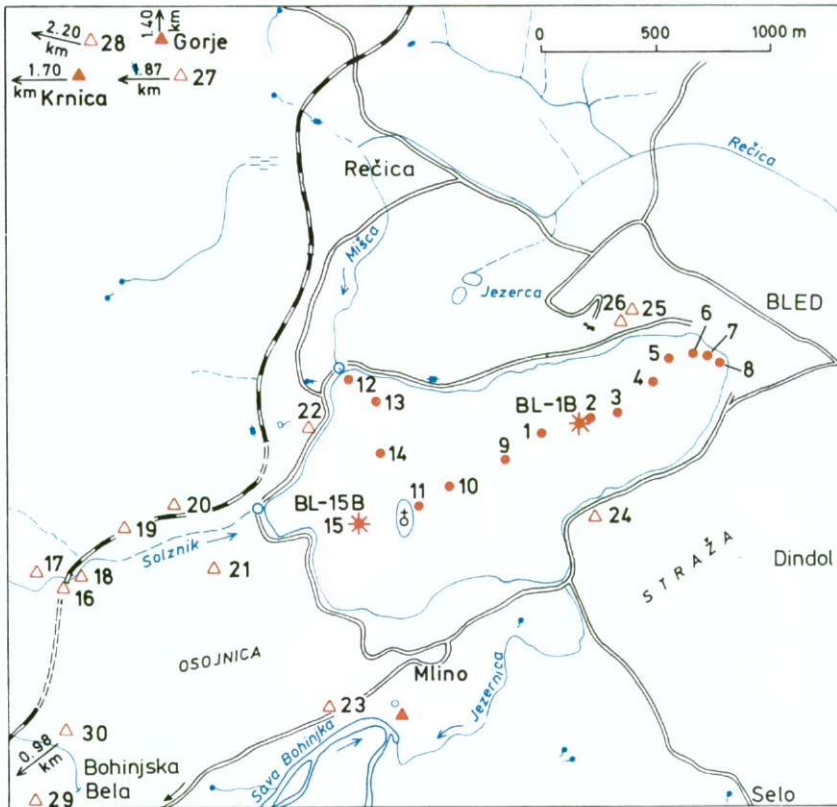


Fig. 1. Lakes Bled (Blejsko jezero) and Bohinj (Bohinjsko jezero). Location map

pipeline went into operation in 1965, and since then the annual inflow of fresh water has been approximately 0,5–17 mio m³. In 1973 a permanent control of the lake started with the foundation of the Limnological station Bled, which was in 1974 incorporated into the Kemijski inštitut Borisa Kidriča Ljubljana.

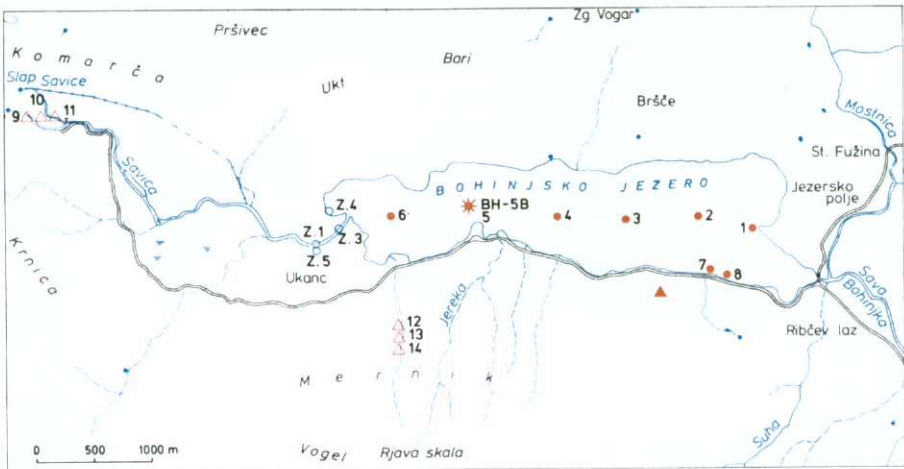
The lake remains eutrophic in spite of the flushing. The reason could be either that the amount of exchanged water is too small, or that the loading with phosphorus and nitrogen is too high. Neither excludes the other. Figures 4 and 5 show the variations of the oxygen content as well as temperatures and Secchi disc transparency in vertical water profiles at the two deepest points BL-1B and 15B of Lake Bled (fig. 2) during the year 1976. It is evident that in the summer and fall periods the hypolimnion remains anaerobic. There are eumictic or even dimictic periods. The temperature of the cool hypolimnic layer increases due to the inflow of the slightly warmer Radovna river water. An increase of some 3 °C influences the autumn and spring turnover. The lake is becoming holomictic. This can be dangerous for the consumption of oxygen. The Secchi disc transparency is smaller in winter when *Oscillatoria rubescens* rises to the upper, cooler water layers.

Limnophysical and limnochemical data from Lake Bled was obtained from vertical profiles at the same points BL-1B and BL-15B on September 28 and September 30, 1976 simultaneously with sediment sampling. A concentration of



- 1 * 2 ○ 3 △ 4 ▲ 5

Fig. 2. Lake Bled and surroundings. Sampling sites
 1 Grab sample } lake sediment 3 Fluvial sediment
 2 Core profile } lake sediment 4 Rock sample
 5 Glacial lacustrine chalk



- Grab sample } lake sediment ○ Fluvial sediment ▲ Glacial lacustrine chalk
 * Core profile } lake sediment △ Rock sample

Fig. 3. Lake Bohinj and surroundings. Sampling sites

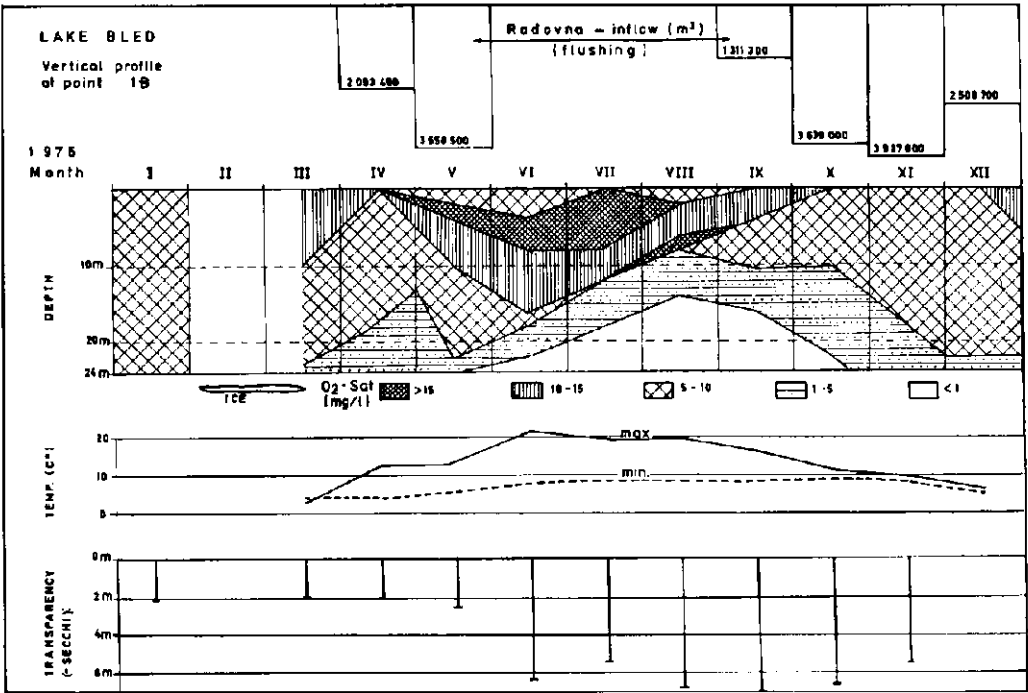


Fig. 4. Lake Bled, vertical profile at point 1B

Diagram showing the oxygen saturation, temperature and transparency dependent on the artificial flushing, during 1976

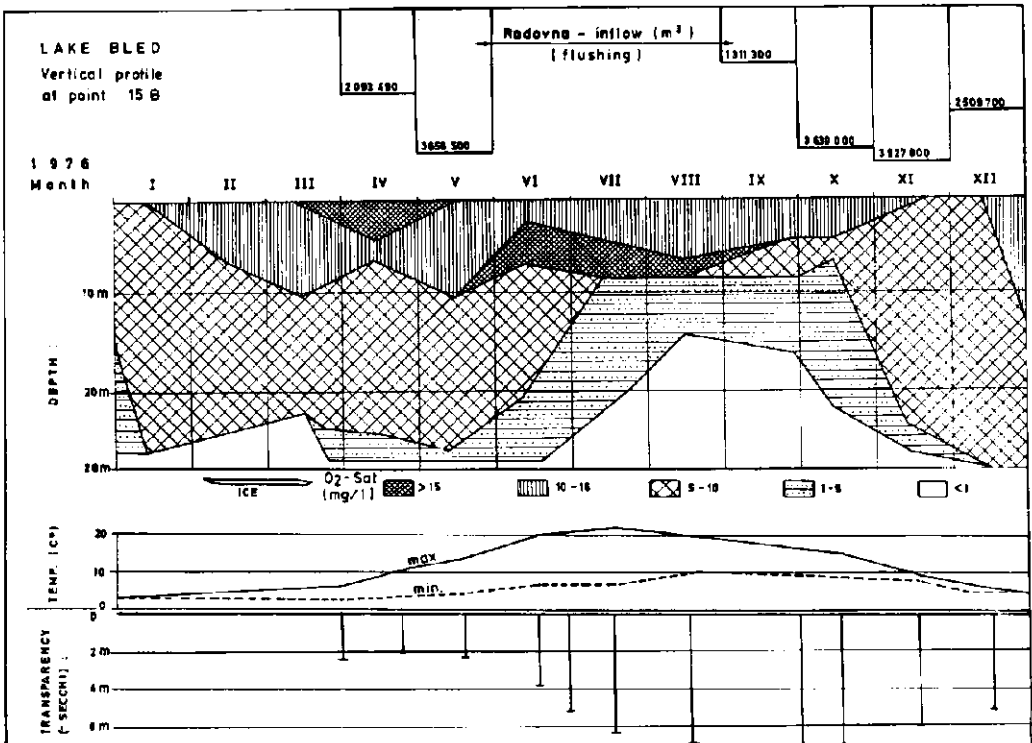


Fig. 5. Lake Bled, vertical profile at point 15B

Diagram showing the oxygen saturation, temperature and transparency dependent on the artificial flushing, during 1976

Table 1. Lake Bled, vertical profile at point BL-1B (fig. 2).
Limnophysical and limnochemical data, 1976 — 09 — 28

Depth m	Temp. °C	Oxygen		NH ₄ mg/l	NO ₃ mg/l	PO ₄ mg/l	NO ₂ mg/l	HCO ₃ °dH	Ca+Mg °dH	CO ₂ mg/l	H ₂ S mg/l	pH	Redox pot. (ΔE) mV	H ₂ mg/l	Tot. P mg/l
		Diss. mg/l	Sat. %												
0	16.5	12.4	131	0.1	0.5	0.01	0.02	8.7	9.1	0.0		8.5	-330	33.2	0.01
2	16.4	11.9	125	0.1	0.5	0.06	0.01	8.7	9.1	0.0		8.7	-330	33.2	0.01
4	15.5	11.7	121	0.1	0.5	0.03	0.01	9.0	9.5	3.2		8.2	-325	33.0	0.01
6	15.0	9.1	93	0.1	0.5	0.02	0.01	9.2	9.5	6.4		7.7	-300	32.2	0.01
8	13.7	5.5	55	0.2	0.5	0.02	0.01	9.2	9.9	8.6		7.4	-290	31.8	0.01
10	12.2	1.7	16	0.2	0.5	0.02	0.01	9.8	10.4	10.8		7.3	-260	30.8	0.01
12	10.5	0.9	8	0.4	0.5	0.02	0.01	9.8	10.5	10.8		7.2	-260	30.8	0.02
14	10.0	0.1	1	0.9	0.5	0.03	0.03	9.8	10.5	15.1	<0.01	7.1	-260	30.8	0.01
16	10.0	0.1	1	1.0	0.5	0.04	0.04	10.3	10.7	16.2	<0.01	7.1	-260	30.8	0.01
18	9.7	0.0	0	1.1	0.5	0.04	0.02	10.3	11.0	18.3	<0.01	7.1	-210	29.1	0.02
20	9.5	-	-	1.7	0.5	0.06	0.06	10.3	11.1	21.6	0.02	7.0	+190	18.3	0.03
22	8.8	-	-	6.6	0.5	0.15	0.03	12.3	12.0	23.8	0.48	7.0	+290	11.9	0.13
24	8.2	-	-	14.7	0.5	0.61	0.02	14.6	13.8	37.7	2.30	6.9	+310	11.2	0.61

Remarks: Partly cloudy, windy, three days after rainfall; air temperature = 17°C; transparency (Secchi) = 7.0 m. Total P measurement have been done in laboratories of Kemijski inštitut Borisa Kidriča, Ljubljana

Table 2. Lake Bled, vertical profile at point BL-15B (fig. 2).
Limnophysical and limnochemical data, 1976 — 09 — 30

Depth m	Temp. °C	Oxygen Diss. mg/l	Oxygen Sat. %	NH ₄ mg/l	NO ₃ mg/l	PO ₄ mg/l	NO ₂ mg/l	HCO ₃ °dH	Ca+Mg °dH	CO ₂ mg/l	H ₂ S mg/l	pH	Redox pot. (ΔE) mV	rh ₂	Tot. P mg/l
0	16.4	11.9	125	0.2	0.5	0.01	0.01	8.4	9.0	0.0		8.4	-175	28.8	0.01
2	16.4	11.9	125	0.3	0.5	0.01	0.01	8.4	9.0	3.2		8.4	-300	33.1	0.01
4	15.5	10.9	112	0.4	0.5	0.01	0.01	9.0	9.2	3.2		8.2	-300	33.1	0.01
6	15.0	8.1	83	0.2	0.5	0.01	0.01	9.0	9.2	5.4		7.7	-290	32.8	0.01
8	13.7	5.3	53	0.4	0.5	0.01	0.04	9.8	9.6	5.4		7.4	-290	32.8	0.02
10	12.2	1.2	12	1.1	0.5	0.01	0.01	10.1	9.9	8.6		7.2	-250	31.4	0.03
12	10.2	0.5	5	2.0	0.5	0.01	0.02	10.1	10.3	10.8		7.2	-245	31.3	n.d.
14	10.0	0.1	1	2.3	0.5	0.02	0.04	10.1	10.5	16.2		7.2	-255	31.6	0.01
16	9.8	0.1	1	1.5	0.5	0.02	0.04	10.1	10.5	16.2		7.1	-245	31.3	0.02
18	9.6	0.0	0	2.3	0.5	0.02	0.03	10.4	10.5	16.2		7.1	-245	31.3	0.02
20	9.4	-	-	2.5	0.5	0.02	0.04	10.4	10.5	16.2		7.1	-250	31.4	0.03
22	8.3	-	-	2.6	0.5	0.05	0.03	10.6	10.5	20.5	0.27	7.0	-235	30.9	0.04
24	8.3	-	-	3.9	0.5	0.05	0.02	10.6	11.0	21.6	0.16	7.0	+300	12.5	0.02
26	8.2	-	-	6.6	0.5	0.05	0.04	12.3	11.7	26.9	2.20	6.9	+340	11.1	0.20
28	8.2	-	-	13.0	0.5	0.13	1.40	14.0	12.8	33.4	2.50	6.9	+340	11.1	0.39

Remarks: Cloudy, thunderstorm; air temperature = 17° C; transparency (Secchi) = 7.0 m. Total P measurement have been done in laboratories of Kemijski inštitut Borisa Kidriča, Ljubljana

Table 3. Temperature and oxygen dissolved in Lake Bohinj,
1975 — 08 — 13

Depth m	Temp. °C	Oxygen mg/l	Depth m	Temp. °C	Oxygen mg/l
0	20,2	11,3	0	19,0	11,2
1	18,4	11,1	1	18,2	11,4
2	15,4	13,1	2	15,1	13,3
3	13,2	13,8	3	13,4	14,0
4	11,7	14,0	4	12,4	14,5
5	10,9	14,3	5	11,1	15,0
10	9,0	14,6	10	9,0	15,4
15	7,3	14,4	15	7,5	15,2
20	6,1	13,7	20	6,9	14,8
23	5,9	13,0	25	5,8	13,8
			30	5,5	13,2
			35	5,0	13,2
			40	5,0	12,6
			41	4,9	13,2
			42	4,8	11,6
			43	4,7	10,6
			44	4,6	10,2

Left: profile between sediment sampling sites 1 and 8

Right: profile at sediment sampling site 2

Measured by F. M. Molnar and D. Vrhovšek

PO₄, NH₄ accumulated at the bottom water layer, is evident from the enclosed tables 1 and 2. The decomposition of dead organisms, be it plant or animal, takes place. There is a stronger rain-like precipitation of organic matter in the warmer summer months. During the decomposition the oxygen is used up and chemical changes set in to form hydrogen sulfide and other noxious substances.

Until now little has been reported about the water conditions of Lake Bohinj. R. Gradnik (1946) examined the seasonal changes of the lake water temperature with respect to depth. This lake is not polluted and its crystal-clear water abounds in fish. It has the advantage of the Savica river flowing through its whole length. Thereby the natural conditions are improved. The river springs from the foot of the Julian Alps below Komarča. The spring is 3.5 km away from the lake. There a small power plant is erected.

From the eastern side of the lake the river Sava Bohinjka flows out. The passage of the Savica-Sava Bohinjka through the lake, and the temporary torrential affluents, produce strong oscillations of the water level up to 3.0—3.5 m, as well as a certainly beneficial mixing and aeration of the lake (table 3 and fig. 3). As yet the urban and tourist development has not endangered the water quality and the ecological conditions, and Lake Bohinj remains oligotrophic.

3. Geological setting of the surroundings of Lakes Bled and Bohinj

Bojan Ogorelec

3.1. Lake Bled

The Bled depression with its lake occupies the western part of the Radovljica basin filled in by fluvioglacial deposits (D. Kuščer, 1955). A characteristic feature of the Bled landform is the frontal moraine at the north-east edge of the lake, where the Alpine resort of Bled is now situated. Even more conspicuous are some monadnocks rising above the general level of the glacial deposits. The most attractive is Grad with its cliff-like southern slope made up of Middle Permian reef limestone and breccia. The island in the lake consists of Anisian dolomite (A. Grimšičar, 1955). Outcrops of Lower Triassic marly shale (H. Vetter, 1935) occur in a narrow belt at the northern edge of Zaka. On the lake shore and its hinterland there prevail Anisian and Ladinian dolomites and limestones containing nodular chert. At several places Pleistocene lacustrine chalk occurs associated with sandy and conglomeratic glacial deposits.

The lake does not significantly benefit from surface streams. Different manmade changes have altered the natural drainage. The most important permanent influent is the Mišca creek traversing Pleistocene deposits of the near-shoreland north of the lake. The Solznik creek, is, however, of lesser length and volume and is fed by heavy rainfall and melting snow. Thereby it has the character of a torrent.

3.2. Lake Bohinj

The basin of Lake Bohinj is also of glacial origin as is confirmed by the moraines and the steep-sided Bohinj Valley modified by the former Bohinj glacier. To the north the lake is bordered by the steep slope of Pršivec Mt. and at the south by the ridge of Vogel which extends towards the west into the Komna high plain.

On the western and northern shoreland of the lake the Upper Triassic, slightly dolomitized, limestone prevails, showing some karst phenomena with small bauxite pockets, residual clay and nodular limonite. The southern border of the lake is composed of Middle Triassic dolomite (R. Fabiani and others, 1937). On the Komna high plain and on Vogar Mt., erosion remnants of red Jurassic limestone including manganese nodules occur.

The main affluent carrying sediment into Lake Bohinj is the river Savica. It is able to transport even cobbles and boulders as can be observed in the valley of Ukanc. However, these large rock fragments do not reach the lake. In a small delta mostly pebble size waterworn stones are accumulated. From the southern slope some torrents are seen to descend. One of the biggest is Jereka. The surface waters coming from the northern slope flow into the lake beneath or within a talus accumulated all along the shore. During the last glaciation the torrent of the river Mostnica issued into Lake Bohinj as can be deduced from the gravel deposited on the lake shore at Jezersko polje. Subsequently the stream has changed its course in such a manner that it became a tributary of the river Sava Bohinjka flowing out of the lake. As in the case

of Bled there are also, at the southern border of Lake Bohinj, outcrops of Pleistocene lacustrine chalk.

For a geochemical comparison a total of 20 rock samples of different ages were taken from the surroundings of both lakes (table 4 and figs. 2 and 3).

3.3. Pleistocene lacustrine chalk from the surroundings of Lake Bled

For the purpose of comparison with the recent sediment of Lake Bled, some mineralogical and chemical data of lacustrine chalk from its surroundings are presented (see tables 5 and 6). In the neighbourhood of Bled there are some large outcrops of lacustrine chalk at Gorje, at Krnica, and on the banks of the river Sava Bohinjka near Mlino (A. Šercelj, 1970).

Lacustrine chalk is laminated and yellowish gray in colour. The chalk from Gorje and Krnica belongs to the early Würm interstadial and contains more carbonate than that from Mlino, which belongs to the younger stadial.

3.4. Sediments of the streams flowing into Lakes Bled and Bohinj

Samples were taken from the sediment of the main affluents close by their issues into the lakes (figs. 2 and 3). The grain size distribution of the samples examined is shown in figure 6.

Considerable differences were found between the affluents of two lakes. Sediment recently deposited by the Bled streams of Solznik and Mišca consists mostly of poorly sorted coarse sand containing fine pebbles, some silt (7–10%), and clay (2–5%). The sediment accumulated by the affluents of Lake Bohinj is considerably coarser than that of the Bled streams.

The mean value of the sphericity index after Th. Zingg (1935) of 150 pebble samples taken from the mouth of the Savica amounts to 0.72. The pebbles are well rounded, although they have only been transported over a short distance of 4 kms.

The mineral composition of the samples taken from the affluents of both Lakes Bled and Bohinj is shown in fig. 7. In the fine grained sediment of the creek Mišca dolomite prevails (72–94%). Among the non-carbonate minerals present are quartz, illite, chlorite, and smectite. In the river Solznik there is a smaller amount of carbonate (40–75%). Within the coarse fraction calcite prevails, whereas dolomite is more abundant within the finer fractions. The river Radovna in its turn carries mostly carbonates (68–85%) with approximately the same proportion of calcite and dolomite. The sediment carried into Lake Bled by an artificial conduit, made for bringing fresh water from the Radovna river, has already been discussed by D. Vrhovšek and A. Brežigar (1976). A sediment charge of 2–5 mg/l (low water) and 10–15 mg/l (high water) has been determined. The particle size held in suspension in the water pipeline is 0.1–0.3 mm (low water) and 0.5 mm (high water).

In the gravel transported by the Savica limestone prevails. Dolomite is abundant (up to 20 and at most 40%) in the fractions finer than 0.1 mm only. The torrential sediment of Jereka close to the lake shore, consists of limestone and dolomite except the fraction < 0.063 mm. Dolomite prevails, both because of its abundance within the drainage area and its concentration due to hardness within the finer grain size fractions.

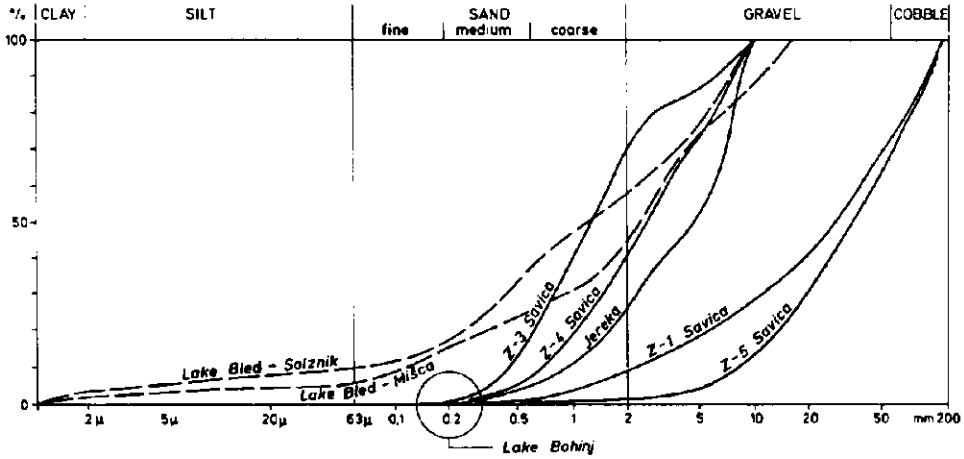


Fig. 6. Cumulative grain size curves of sand and gravel from the affluents of Lakes Bled and Bohinj

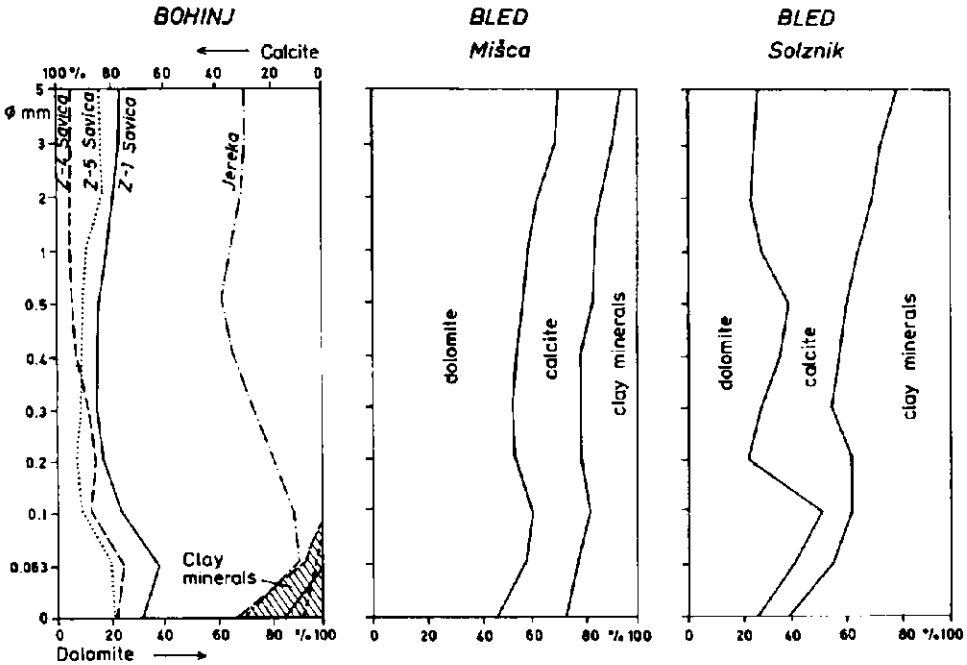


Fig. 7. Relation between the mineral composition and the grain size of sand and gravel from the affluents of Lakes Bled and Bohinj

Table 4. Chemical analyses of the rock samples from the surroundings of Lakes Bled and Bohinj

Sampling point	Age	Rock type	Mg %	Ca %	Sr ppm	Fe ppm	Mn ppm
BLED							
16	Anisian	dolomite	13,0	22,0	45	300	320
17	Ladinian	limestone	0,26	36,0	1300	2450	450
18	Anisian	dol. limestone	4,8	34,0	95	480	130
19	Scythian	marly shale	0,52	19,0	540	2400	240
20	Ladinian	dolomite	12,8	22,0	110	120	40
21	Ladinian	limestone	0,3	39,6	170	100	40
22	Ladinian	limestone	0,4	39,4	235	120	40
23	Anisian	dolomite	13,0	21,7	30	125	75
24	Anisian	dolomite	12,8	21,6	25	110	150
25	Permian	limestone	0,25	39,6	150	90	30
26	Permian	limestone	0,25	39,4	200	80	20
27	Ladinian	dolomite	13,0	22,0	45	60	150
28	Ladinian	limestone	0,2	39,6	240	55	50
29	Permian	limestone	0,3	39,6	135	420	105
30	Permian	limestone	0,35	39,8	140	220	15
BOHINJ							
9	Norian-Rhaetian	dol. limestone	7,5	30,0	120	120	15
10	Norian-Rhaetian	dol. limestone	0,8	38,6	130	50	10
11	Norian-Rhaetian	dol. limestone	4,5	34,0	110	120	20
12	Ladinian?	dolomite	12,6	22,0	85	55	10
13	Ladinian?	dolomite	12,8	21,8	40	50	20
14	Ladinian?	dolomite	12,6	22,0	60	40	25

Table 5. Mineral composition of lacustrine chalk from the surroundings of Lake Bled

Location	Total carbonate %	dolomite %	calcite %	quartz %	clay minerals		
					illite	chlorite	smectite
Garje	84	28	56	3	xx	xx	trace
Krnica	88	17	71	3	x	x	-
Mlino	61	15	46	5	xx	xx	x

Table 6. Chemical analyses of lacustrine chalk from the surroundings of Lake Bled

Location (total sample)	Mg %	Ca %	Sr ppm	Fe %	Mn ppm	Zn ppm	Cr ppm	Ni ppm	Cu ppm	Pb ppm	Cd ppm	Hg ppm	Co ppm
Garje	3,87	23,2	212	0,56	220	50	6,5	67	35	42	0,03	0,14	0,4
Krnica	2,12	26,0	212	0,70	130	37	8,5	70	28	57	0,01	0,26	0,4
Mlino	2,45	18,2	175	1,68	420	62	24,5	151	62	30	0,01	0,10	1,0

Analyzed by I. Krüll, Heidelberg

4. General properties of the sediments taken from Lakes Bled and Bohinj

Janez Štern

4.1. Sampling methods

In the period from September 20 to 25, 1976 preliminary sampling of sediments from lakes Bled and Bohinj were carried out. The samples were taken at 15 sampling points in Lake Bled and 8 sampling points in Lake Bohinj along longitudinal sections. The distances between the sampling points were 20—200 meters in Lake Bled and 150—750 meters in Lake Bohinj (figs. 2 and 3).

From both lakes a total of 43 samples were obtained from the lake bottom by a grab sampler of the Van Veen type. Subsequently the samples were divided (a) into an upper part corresponding to a depth of 0—3 cms, and (b) a lower part representing the layer from a depth of 5—10 cms. The midpart was usually cast away to prevent contamination. In this way 13 samples (a), 13 samples (b), and two bulk samples were gathered from Lake Bled and six samples (a), six samples (b), and two bulk samples from Lake Bohinj. Additionally a sample from the midlayer (approx. 3—5 cms depth) was taken at sampling point 5 in Lake Bohinj.

The sites BL-1B and BL-15B were sampled in Lake Bled by means of a Zül-lig type corer. The cores were divided into 9 and 19 samples, respectively. Likewise the site BH-5B was cored in Lake Bohinj. The core was subsequently divided into 14 samples.

4.2. Field description

4.2.1. Grab samples

The macroscopic characteristics of the lake sediment are recorded from the grab samples taken from the bottom. The upper part of the grab sample differs considerably from its lower part. The difference is even more evident in Lake Bled than in Lake Bohinj. Furthermore, the depth of the lakes is likewise of great importance. Namely the difference is greater in deep waters compared to nearshore regions. The upper part of grab samples from Lake Bled is characterized by flocculent to jelly-like sediment of liquid to very soft consistency. In general the sediment abounds in organic admixture, particularly in the top part which is gray, dark gray to almost black in colour.

The midlayer 3—8 cm is often distinctly laminated. The sample Bled 14 for instance shows about 30 laminae within a total thickness of approx. five centimeters (fig. 8).

The lower part of the grab samples (depth 5—10 cms) is mainly a brownish gray sludge of a soft consistency. Infrequently indistinctly developed bedding occurs.

The grab samples 12 and 13, taken from the northwestern nearshore of Lake Bled, are dark gray to greenish-black in colour, rich in decayed leaves, cloddy to mashed, and of liquid consistency. The grab samples 5 to 8, taken from the northeastern shore of Lake Bled, are likewise extremely rich in organic admixtures and characterized by a mainly very dark, greenish brown to greenish black colour.



Fig. 8. Grab sample BL-14 from Lake Bled

Upper part is dark gray, homogeneous, and rich in organic matter. Lower part is laminated and rich in carbonate. Vertical scale is approximately 10 cms

Photograph and description by P. Rothe

All sediment samples taken from the bottom of Lake Bled, had an distinct odor resulting from decay of sewage, particularly the sediment close to the shore. A repulsive faeces odor was exuded by the sediment from the eastern nearshore in the area of the densely populated Bled holiday resort. Abundance of white shells of recent *Anodonta* forms 12 cm large has been found in sampling site 8.

The upper part of the grab sample from Lake Bohinj is less liquid sandy-silty mud. It is brownish gray to gray, showing lighter bands and reddish spots, indicating a lower organic content compared to Bled. The lower part of the sample shows a somewhat homogeneous and massive structure of rather dry consistency. The sediment is light gray in colour, at places greenish in deeper waters.

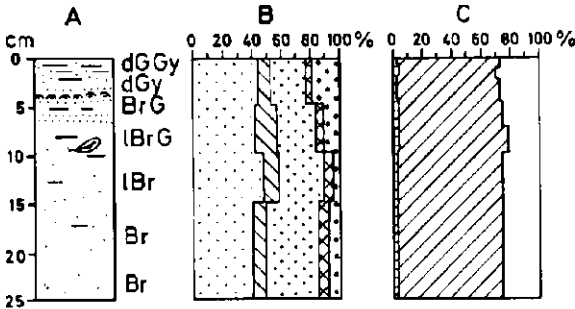
In the Lake Bohinj nearshore sediment an increased sandy content is observed. Sample 1, taken along the eastern shore is light brownish gray, sandy-silty clay, soft to stiff in consistency. In its top part soft material prevails, including abundant leaves and other plant remains.

The grab samples 7 and 8, taken along the southern shore, are rather pure to almost white clayey and sandy chalky sediment.

Fig. 9. Lithological and mineral composition, and grain size of the core samples BL-1B and BL-15B taken from Lake Bled and BH-5B from Lake Bohinj

Drawn up by B. Ogorelec; mineralogy after P. Rothe, tables 11, 12 and 14

BLEJSKO JEZERO - 1B

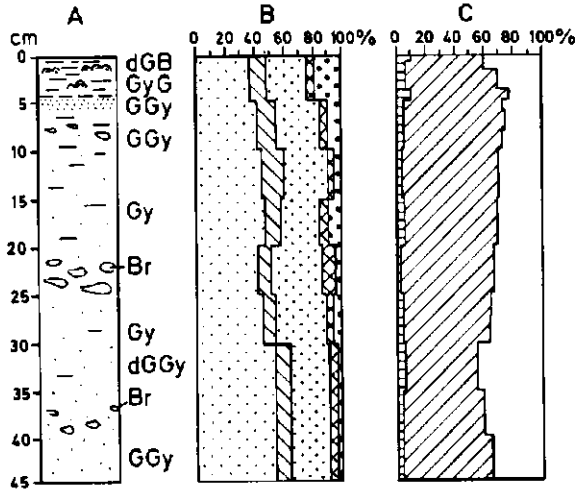


A. LITHOLOGY

- clayey silt
- sandy silt
- abundant organic remains
- lamination
- chalk-like sediment
- consistency { semiliquid, soft, stiff }
- plant rests

- Gy gray
- G green
- B black
- Br brown
- W white
- d dark
- m medium
- l light

BLEJSKO JEZERO - 15B



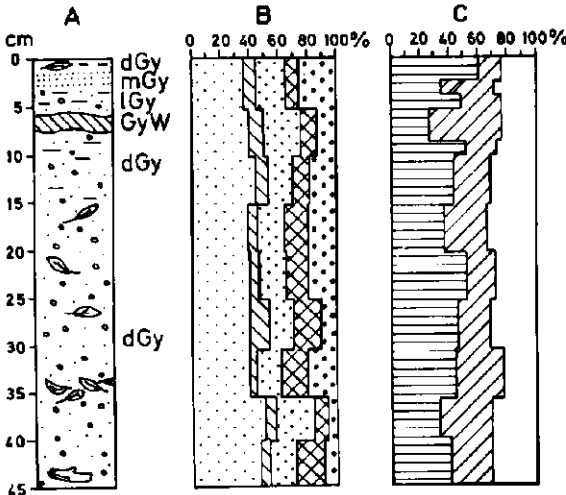
B. GRAIN SIZE

- < 2 μm
- 2 - 6.3 μm
- 6.3 μ - 20 μm
- 20 - 63 μm
- > 63 μm symbol"/> > 63 μm

C. MINERALOGY

- dolomite
- calcite
- noncarbonate ingredient

BOHINJSKO JEZERO - 5B



4.22. Core samples

The sediment was cored at points BL-1B and BL-15B in Lake Bled (see fig. 2) and at the site BH-5B in Lake Bohinj (see fig. 3). The thickness of sediment penetrated is 25–45 cms. The top (0–1.5 cm) of the two Bled cores is brownish and dark greenish gray liquid and slimy sediment, having an apparent waste odor. The sample BL-1B had at first a characteristic odor, releasing bubbles of hydrogen sulfide. Subsequently a repulsive sewage smell remained. Proceeding downwards in core BL-1B a brownish shaded sediment prevails showing a semiliquid jelly consistency which passes over into a sludge with cloddy inclusions. At a depth of 15–25 cms these inclusions gradually tend to increase. Simultaneously the colour changes into reddish brown and more and more the sewage smell increases. Noteworthy is the laminar structure at a depth of 3–7 cms. As to the core BL-15B, no difference occurs in its composition and consistency compared to BL-1B. They differ in colour only. From the depth 1.5 cm the sediment of the BL-15B becomes gray and greenish gray. In the interval 10–20 cms a bluish shaded sediment occurs and at a depth from 20 to 40 cms brownish spots are observed. The laminated interval is somewhat thinner there: it occurs at a depth of 2–3 cms.

The core BH-5B from Lake Bohinj differs widely from those from Bled. First of all the Bohinj sediment contains fairly more sandy and silty fractions; therefore its water content is lower. Furthermore its fine-grained organic admixture is low. It abounds, however, in leaves. On the contrary the Bled sediment contains no remains of leaved plants. In general the Bohinj sediment is medium gray. At a depth of 5–7 cms a grayish white chalk-like intercalation occurs. The samples obtained possess no particular odor.

4.3. Grain size distribution

Sieve and sedimentation analysis has been undertaken to determine the particle-size distribution in the sediment from lakes Bled and Bohinj (see tables 7, 8 and 9).

A total of 54 samples were examined. After the preparation of the sample with water, each sample was sieved wet through the sieve screen, 0.063 mm DIN 4188. The oversize was dried at 105 °C and the undersize at 60 °C. Subsequently a part of the undersize $< 63 \mu\text{m}$ was dried at 105° C for sedimentation analysis. The majority of the samples were examined using the Sartorius sedimentation balance. For the core samples the sedimentation vessel after Andreasen-Börner was used (table 9). The grain size variation in bottom sediment is shown in figure 9.

In comparison with Lake Bohinj the sediment from Lake Bled is more fine-grained and well sorted in both vertical and lateral directions. The grab samples from the depth 5–10 cms, as well as the core samples from the same depth, contain about 95 per cent particles $< 20 \mu\text{m}$. In the samples taken from the corresponding depths of Lake Bohinj the size grade $< 20 \mu\text{m}$ drops to 70 per cent. It is noteworthy, however, that the fraction $< 2 \mu\text{m}$ lies within the same range (35–55 %) in both lakes Bled and Bohinj. The specific gravity of the sediment from Lake Bohinj is somewhat higher due to less organic matter and a higher dolomite content compared to Lake Bled.

Table 7. Grain size of the grab samples taken from the depth (a) 0—3 cms and (b) 5—10 cms from the bottom of Lake Bled

Sample Nr.	Grain size in μm					Medium grain si- ze μm	Sp. gravity of grain si- ze <63 μm
	>63	20-63	6.3-20	2-6.3	<2		
	weight percent						
1a	8,75	23,75	33,50	13,00	21,00	10,0	2,46
1b	0,55	7,90	37,09	21,16	33,30	5,2	2,50
2a	6,54	11,05*	35,76*	20,46*	26,19*	6,0*	2,40
2b	0,86	4,73	30,83*	19,54*	44,04*	2,6*	2,48
3a	4,63	14,20	40,56	21,50	19,11	9,0	1,54
3b	0,89	5,27	35,34	17,40	41,10	4,2	2,52
4a	5,68	21,07	26,54	21,47	25,24	7,3	2,51
4b	3,41	3,58	41,61	28,09	23,31	5,7	2,54
5a	5,68	21,56	36,58	21,02	15,16	9,0	2,54
5b	1,58	13,09	28,23	24,59	32,51	4,7	2,56
6a+7a	19,30	18,04	26,60	14,28	21,78	10,1	2,59
6b+7b	3,69	24,58	21,48	18,75	31,50	5,9	2,59
8a+b	16,90	26,60	19,50	14,50	22,50	12,0	2,53
9a+10a	20,97	12,64	27,31	17,08	22,00	9,7	2,50
9b	2,34	7,59	36,01	25,20	28,86	5,3	2,51
10b	4,49	2,53	38,09	30,98	23,91	4,9	2,50
11a	17,81	16,17	28,38	16,14	21,50	12,0	2,52
11b	1,50	7,33	38,27	31,20	21,70	5,6	2,55
12a+b	13,94	5,96*	24,50*	7,20*	48,40*	2,5*	2,45*
13a	7,22	14,90*	22,66*	6,69*	48,53*	2,5*	2,50*
13b	5,13	7,27*	31,58*	21,72*	34,30*	4,2*	2,53*
14a	13,91	11,44	29,75	19,41	25,49	8,8	2,55
14b	4,40	5,08	33,03	27,29	30,20	4,5	2,47
15a	22,86	12,32*	32,82*	19,26*	12,74*	12,1*	2,41*
15b	10,86	3,04*	29,80*	16,40*	39,90*	3,8*	2,50*

Data obtained by the sedimentation balance and by the Andreasen-Börner* sedimentation vessel

Table 8. Grain size data of the grab samples taken from the depth (a) 0—3 cms and (b) 5—10 cms from the bottom of Lake Bohinj

Sample Nr.	Grain size in μm					Medium grain si- ze μm	Sp. gravity of grain si- ze <63 μm
	>63	20-63	6.3-20	2-6.3	<2		
	weight percent						
1a+b	21,82	13,30	19,30	13,70	32,05	7,9	2,28
2a	10,32	8,10	24,33	20,15	37,10	3,9	2,55
2b	7,06	7,42	18,72	17,80	49,00	2,3	2,52
3a	11,42	5,66	20,24	27,68	35,00	3,8	2,51
3b	6,84	4,00	17,36	16,00	55,80	1,8	2,50
4a	7,71	15,70	18,63	17,96	40,00	3,8	2,56
4b	5,92	12,98	23,50	14,60	43,00	4,0	2,55
5	(see: core samples 5 B)						
6a	16,90	22,09	22,96	17,55	20,50	13,2	2,61
6b	10,20	30,10	19,20	10,70	29,80	9,1	2,63

Data obtained by the sedimentation balance

Table 9. Grain size data of sediment samples from core profiles of Lakes Bled and Bohinj

Depth in cms.	Grain size in μm					Medium grain si- ze μm	Sp. gravity of grain si- ze $<63 \mu\text{m}$	
	>63	18-63	5-18	2-5	<2			
		weight percent						
BLEJSKO JEZERO - Core 1 B:								
0-5	19.10	1.07*	27.05*	9.48*	43.30	4.9	1.58	
5-10	11.81	2.80*	17.79*	25.65*	41.95	3.8	2.58	
10-15	4.12	6.11	31.82	10.38	47.57	3.0	2.47	
15-25	6.37	7.85	37.62	6.67	41.49	5.6	2.49	
BLEJSKO JEZERO - Core 15 B:								
0-5	16.13	2.74*	26.85*	16.01*	38.27	5.3	2.54	
5-10	9.83	4.24*	21.72*	22.76*	41.45	4.1	2.54	
10-15	4.68	2.46	29.38	17.76	45.72	3.1	2.54	
15-20	7.42	6.50	23.92	12.55	49.61	2.0	2.51	
20-25	3.23	8.89	34.05	9.42	44.41	3.1	2.52	
25-30	5.06	4.95	34.54	7.73	47.72	2.8	2.50	
30-45	1.88	4.94	29.18	8.19	55.81	1.8	2.51	
BOHINJSKO JEZERO - Core 5 B:								
0-5	24.19	9.88*	20.70*	10.00*	35.23	8.1	2.63	
5-10	12.78	10.02*	21.09*	16.79*	39.32	4.8	2.61	
10-15	18.31	12.00	15.50	9.02	45.17	3.6	2.53	
15-20	19.26	16.02	18.40	3.22	43.10	7.0	2.61	
20-25	19.26	14.45	18.50	4.78	43.01	6.0	2.63	
25-30	10.00	17.97	17.35	11.52	43.16	3.7	2.58	
30-35	19.08	16.52	17.43	4.02	42.95	6.4	2.61	
35-40	4.24	8.31	27.07	7.00	53.38	1.9	2.58	
40-45	7.64	18.61	19.22	4.71	49.82	2.0	2.54	

Data obtained by the Andreasen-Börner sedimentation vessel

5. Pollen contents in sediments from Lakes Bled and Bohinj

Alojz Šercelj and Metka Culiberg

Samples for pollen analysis have been taken and analyzed from the cores BL-15B and BH-5B at an interval of 5 cm.

The main purpose of this investigation has been to gather some information about the paleoecology of the surroundings of the lakes and about the age of the sediments on the base of well known stages of vegetational development or special plant indicators of man's activity (A. Šercelj, 1971, 1975). Complete pollen analyses reveal about 50 taxa represented in different spectra. Since it is evident that not all plant taxa have equal meaning in interpreting vegetational history and hence stratigraphy, only the characteristic ones have been picked out (figs. 10 and 11). As they are different from each other, the explanations of each are given separately for the most important points.

BOHINJ BH-5B

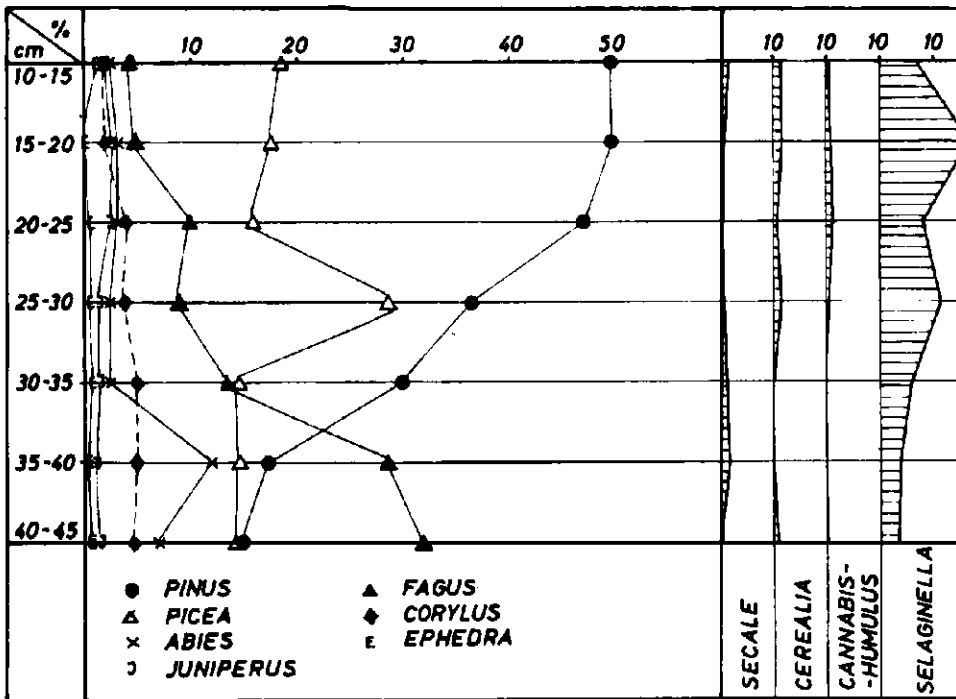


Fig. 10. Pollen diagram of the sediment core BH-5B from Lake Bohinj

5.1. Bohinj BH-5B

The pollen curves of various forest trees follow different, partly opposite courses. But the most characteristic ones are those of *Pinus*, *Fagus* and *Picea*. The *Pinus* curve increases from an initial 15% to 50% on the top of the diagram, meanwhile the *Fagus* curve decreases in the same direction from 30% to 5% tree pollen. This peculiar change in vegetation is certainly not due to climatic events. Originally this valley had been covered by woods of *Abieti-Fagetum* (depth 45—35 cm), and on the mountain slopes intermixed with fairly high percentages of *Picea*. Then cutting of beech forests for burning charcoal, used in melting iron, started, especially during the Middle Ages. This could be the point of decline of *Fagus* pollen curve. On the contrary, continuous rise of the pollen curve of *Pinus* suggests that the destroying of deciduous forest has continued by grazing, especially in the subalpine belt.

The presence of *Secale* pollen, other cereals, and of *Cannabis-Humulus*, though in low percentages, also indicates that the radical change in vegetation is due to extensive land use for farming.

Selaginella selaginoides, the subarctic small fern, is present in relatively high percentages, though it did not thrive in the valley, but on the deforested mountain plateaus.

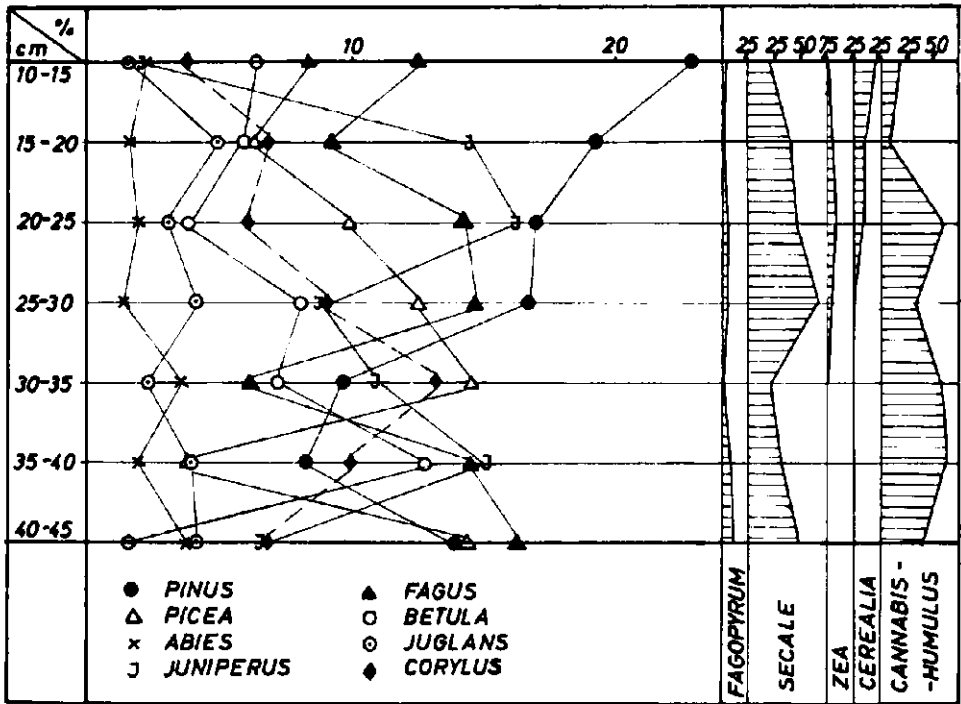


Fig. 11. Pollen diagram of the sediment core BL-15B from Lake Bled

5.2. Bled BL-15B

The surroundings of Bled is a more opened landscape and there are no steep mountain slopes within the immediate neighbourhood. As a result the forest picture, as shown by the pollen diagram, is a little more intricate.

The pollen diagram reflects two declines of the natural forest (*Abieti-Fagetum*). The curve of *Fagus* shows two oscillations which are not very pronounced, with a decreasing tendency. Opposite to that of *Fagus*, the *Pinus* curve rises up to 23%. *Pinus* forests are to be regarded here as a pioneer vegetation on previously highly degraded soils. More indicative about the general aspect of landscape may be the unusually high percentage of *Juniperus* (juniper) pollen in the middle of the diagram. This indicates heavy sheep grazing, juniper being the only resistant element.

Direct indicators of man's activity are: *Juglans* (walnuttree), present with relatively high pollen values, obviously having been much cultivated here.

High pollen values of *Secale* and other cereals, besides *Humulus* and *Cannabis*, which theoretically could have been cultivated here since eneolithic times, suggest that this country had been densely settled.

There are two more cultivated plants that yield us also a reliable dating: *Fagopyrum* and *Zea*. Buckwheat has been introduced to Europe from Asia and reached this country about 1490, and corn has been brought to Spain in 1519. There is no doubt that this profile cannot be older than 500 years, but could be younger.

6. Mineral association in sediments from Lakes Bled and Bohinj

Peter Rothe

6.1. Introduction

Lake sediment consists of components of detrital, chemical, or biogenic origin. Within most lakes more than one of these components are found.

It has been amply shown that many factors such as climate, geographical position, geological conditions, etc. are influencing the final composition of lake sediment. Carbonates within lakes may either be of detrital origin or they are formed authigenically within the lake due to biological activity, chemical conditions, or both.

The surroundings of both Lakes Bled and Bohinj (Blejsko jezero and Bohinjsko jezero) consist almost entirely of limestones and dolomites of Permian and Triassic age.

The aim of this chapter is to provide a preliminary description of the sediments within both lakes. The main part of these sediments has a clearly detrital origin. Carbonate mud and silt prevail. Autochthonous formation of some of the carbonates may be suggested from the fact that abundant Ca^{++} is supplied by affluents from the drainage area. Precipitation of calcium carbonate by means of changing physico-chemical conditions or photosynthetic activity of macro- and microphytes within the lakes is possible.

6.2. Analytical procedure

Samples already split, for chemical analysis (see chapt. 7.2.), into fractions $< 2 \mu\text{m}$, 2—6.3, 6.3—20, and 20—63 μm were used for X-ray mineralogical determinations. Powdered samples were run with a Philips PW 1310 diffractometer at 36 kV and 24 mA. Nickel-filtered $\text{CuK}\alpha$ -radiation was applied. Total carbonate content was determined by the "bomb"-method (G. Müller & M. Gastner, 1971); a smaller type of "bomb" was used where only small amounts of the samples were left. Within the tables 10—14 some data are not complete; in this case no material was available since it was entirely used for chemical analysis.

6.3. Lake Bled

Fifteen grab samples taken from the lake bottom, already split into upper and lower parts on board ship, and samples of two cores were analyzed. Upper and lower parts represent a top sediment layer of 0—3 cm (a) and a deeper layer of approximately 5—10 cm (b) below the bottom surface. Results out of a total of 58 samples $15 \times 2 = 30 + 9$ (= core BL-1B) + 19 (= core BL-15B) are discussed below (tables 10—12). In regard to both regional sample distribution (see maps fig. 12—13, figs. 1—4) and vertical penetration of the corer (fig. 9) the results must be regarded preliminary.

6.31. Grab samples

Total carbonate content. The samples taken from the lake bottom have carbonate contents averaging about 70 % (54.5—78 % range). Carbonate contents are different within different grain size fractions. A general increase

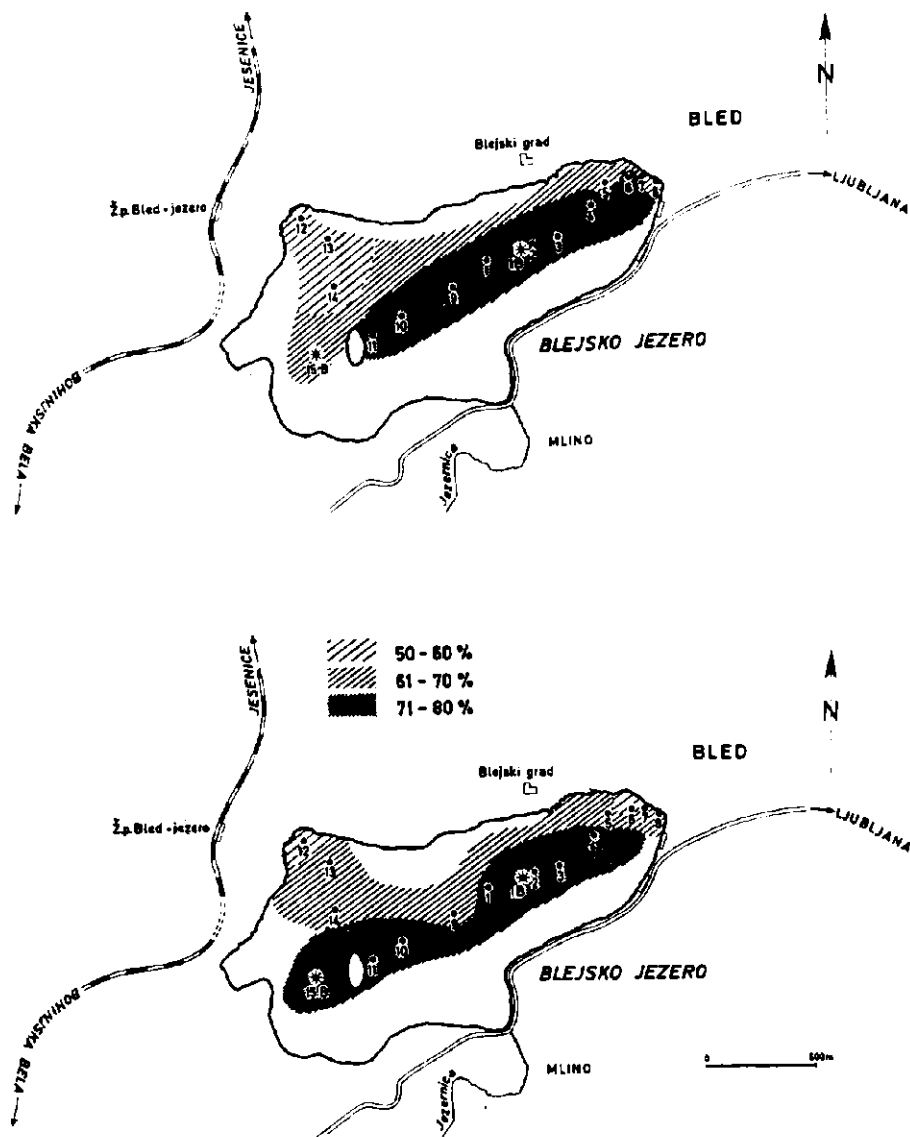


Fig. 12. Lake Bled. Total carbonate content
 Above: Grab samples, upper part
 Below: Grab samples, lower part

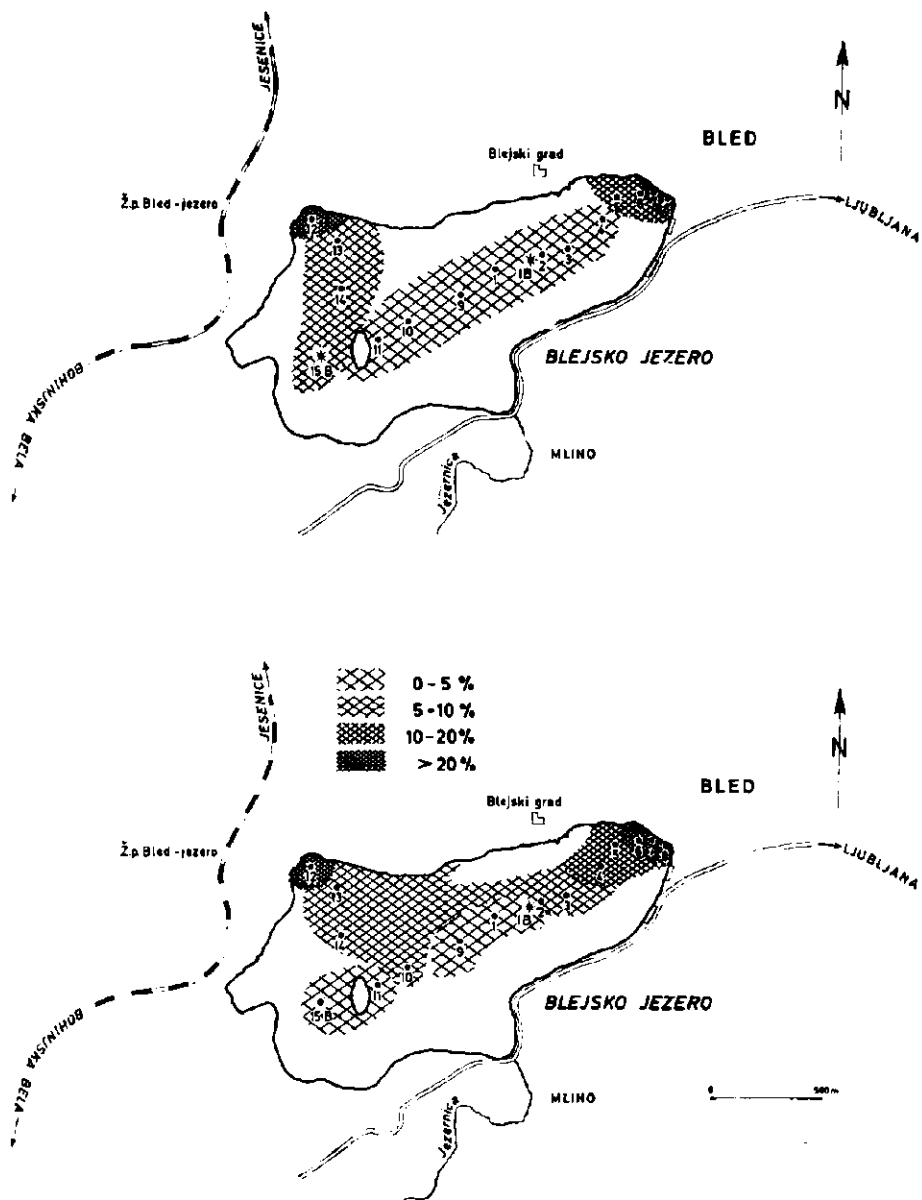


Fig. 13. Lake Bled. Dolomite within carbonate fraction
 Above: Grab samples, upper part
 Below: Grab samples, lower part

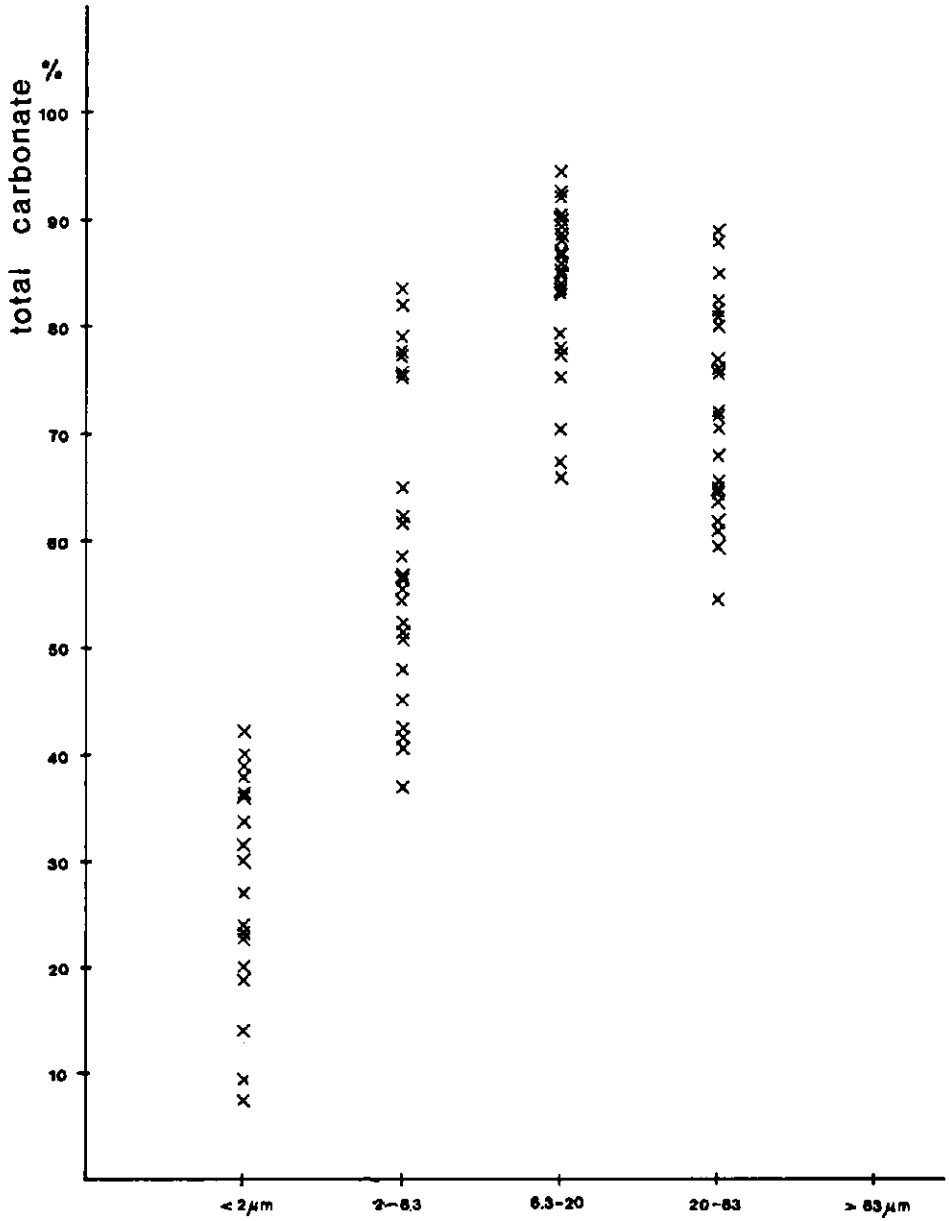


Fig. 14. Grab samples from Lake Bled
Total carbonate content versus grain sizes $< 63 \mu\text{m}$

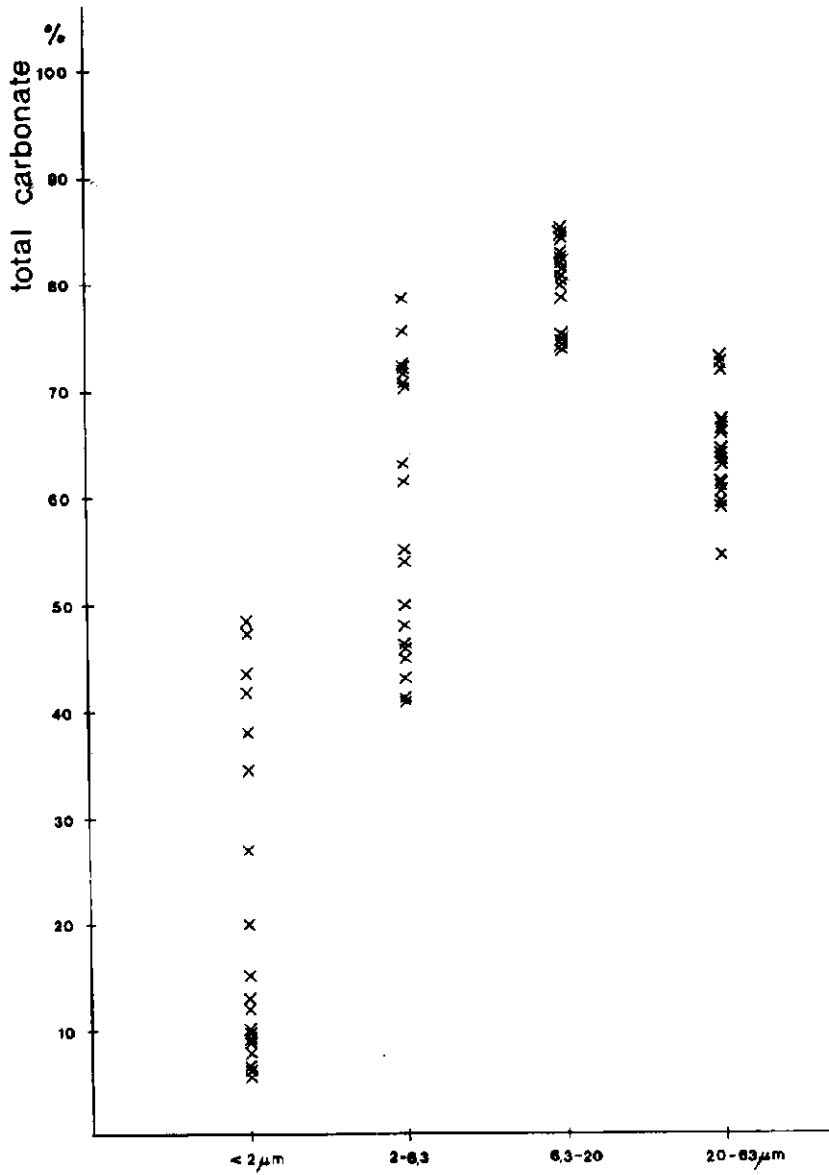


Fig. 15. Core samples of BL-15B from Lake Bled
Total carbonate content versus grain sizes $< 63 \mu\text{m}$

of total carbonate with increasing grain size is observed from the $< 2 \mu\text{m}$ fraction to the $6.3\text{--}20 \mu\text{m}$ fraction whereas it decreases significantly within the $20\text{--}63 \mu\text{m}$ fraction (fig. 14). Since clay mineral analysis from the $< 2 \mu\text{m}$ fraction failed to give definite results it must be assumed that most of the non-carbonate is probably biogenic material. This applies also to the other grain size fractions.

Carbonate mineralogy. Most of the carbonate is low magnesium calcite but dolomite is also present throughout and is abundant within some of the samples; $2\text{--}38\%$ of the carbonate fraction was found to consist of dolomite. An obvious difference of regional distribution of dolomite was found. Dolomite contents within the carbonate fraction are highest in grab samples 4, 5, 6, 7, 8, 12 and 13.

A difference in dolomite contents was found between the upper and lower parts of the grab samples. Within the lower samples dolomite seems to reach a little further towards the central parts of the lake (fig. 13). This reflects that dolomite input had changed with time.

Probably due to prior sedimentation, not much of the dolomite carried into the lake can reach its deepest, or central, parts.

6.32. Core samples

The two cores BL-1B and BL-15B were separated into 9 and 19 samples, respectively.

6.321. Core BL-15B

Carbonate content. Core BL-15B has an average carbonate-content of about 67% ($56.5\text{--}77\%$ range). Carbonate contents within single samples are extremely variable. They are lowest within the $< 2 \mu\text{m}$ fraction ranging from $5.5\text{--}48.5\%$. Again a general increase of total carbonate with increasing grain size is observed, with the exception of the $20\text{--}63 \mu\text{m}$ and coarser fractions (fig. 15).

A rather good correspondence between the mineral composition of the finest studied fraction ($< 0.063 \text{mm}$) of the Solznik affluent (40% carbonate, see chapt. 3.4) and the uppermost sample of the core (57.5% carbonate) reflects more or less the present conditions. Higher carbonate contents within all grain sizes are centered at $5\text{--}10 \text{cm}$ depth, reflecting that the sedimentation history of the lake had changed slightly with time.

Carbonate mineralogy. Different amounts of calcite and dolomite were found from core BL-15B. Within most samples, dolomite contents are low ($2\text{--}6\%$ or slightly more) but some layers contain more than 10% dolomite ($12\text{--}18\%$). These higher dolomite contents are paralleled by higher amounts of quartz, thus they represent phases of detrital sedimentation.

6.322. Core BL-1B

Carbonate content. Similar high carbonate contents as in core BL-15B were found from core BL-1B (total samples about 75% average. Range is $69\text{--}79\%$). Contrary to BL-15B the composition of the sediment is much

more uniform as far as the total samples are regarded. The same pattern of carbonate content versus grain size is observed with highest contents within the 6.3–20 μm fraction (fig. 16).

The difference between sediment composition of both cores may have its origin in the position of core stations. Both cores were taken from similar water depths. Core BL-1B was taken from a central part with equilibrated conditions, whereas BL-15B is more marginal and most probably reflects the influence of the Solznik affluent.

Carbonate mineralogy. Calcite and dolomite are present but within total samples dolomite is rare (about 3 ‰, range 2–4 ‰). In the 20–63 μm fraction, however, dolomite may reach up to 24 ‰ (see table 11). This seems to be paralleled by the amounts of quartz although quartz-peak heights can reach similar maxima from samples of the < 2 μm fraction without higher dolomite contents. Again, the dolomite seems likely to be of detrital origin.

6.33. *Origin of the Lake Bled sediment*

Most of the sediments within Lake Bled are muds rich in, or entirely consisting of, carbonate material. Both calcite (low magnesium calcite) and dolomite occur. An approach to regional distribution of some parameters (carbonate content, dolomite content) must be regarded very tentative since sampling sites are scarce for such a purpose. Regional distribution of total carbonate content shows highest values in the central part of the lake, decreasing towards the northern shore. The lowest values occur within samples 12, 13 and 14 which can most probably be referred to the influx of non-carbonates from the Mišca affluent in the northwestern corner of the lake (fig. 12).

In the mineral association calcite and dolomite prevail; there is considerably less quartz, and scarce feldspar (see tables 10–12). Most of this material is detrital but some calcite may also be autochthonous. Dolomite, however, is apparently detrital, as can be suggested from both regional distribution and linkage between dolomite and quartz contents of the samples (figs. 13, 17). Although quartz was only determined on a semiquantitative basis by X-ray diffraction, and peak height of the main peak was taken as an arbitrary measure, it is evident that within a similar matrix this gives reliable results.

The regional distribution of dolomite within Lake Bled reflects transport from the north or from the northeastern and northwestern part of the lake surroundings (fig. 13). In the case of the northwestern bay, dolomite was apparently transported by the Mišca affluent; its sand- and gravel fraction was found to contain up to 70 ‰ dolomite (see chapt. 3.4). Contribution from the erosion of the shore rocks, however, is not evident. Likewise, the small island situated in the western part of the lake seems not to have much influence on nearby sedimentation: the adjacent sites 11 and 15 revealed comparatively little dolomite although this island consists of Triassic dolomite.

Little can be said, so far, about the non-carbonates. Beside the scarce quartz and feldspar, abundant diatoms were found, particularly within the smaller grain size fractions. They are very well preserved. Selected samples investigated by scanning electron microscopy revealed several species of circular and elongated shapes which require further studies (figs. 18, 19).

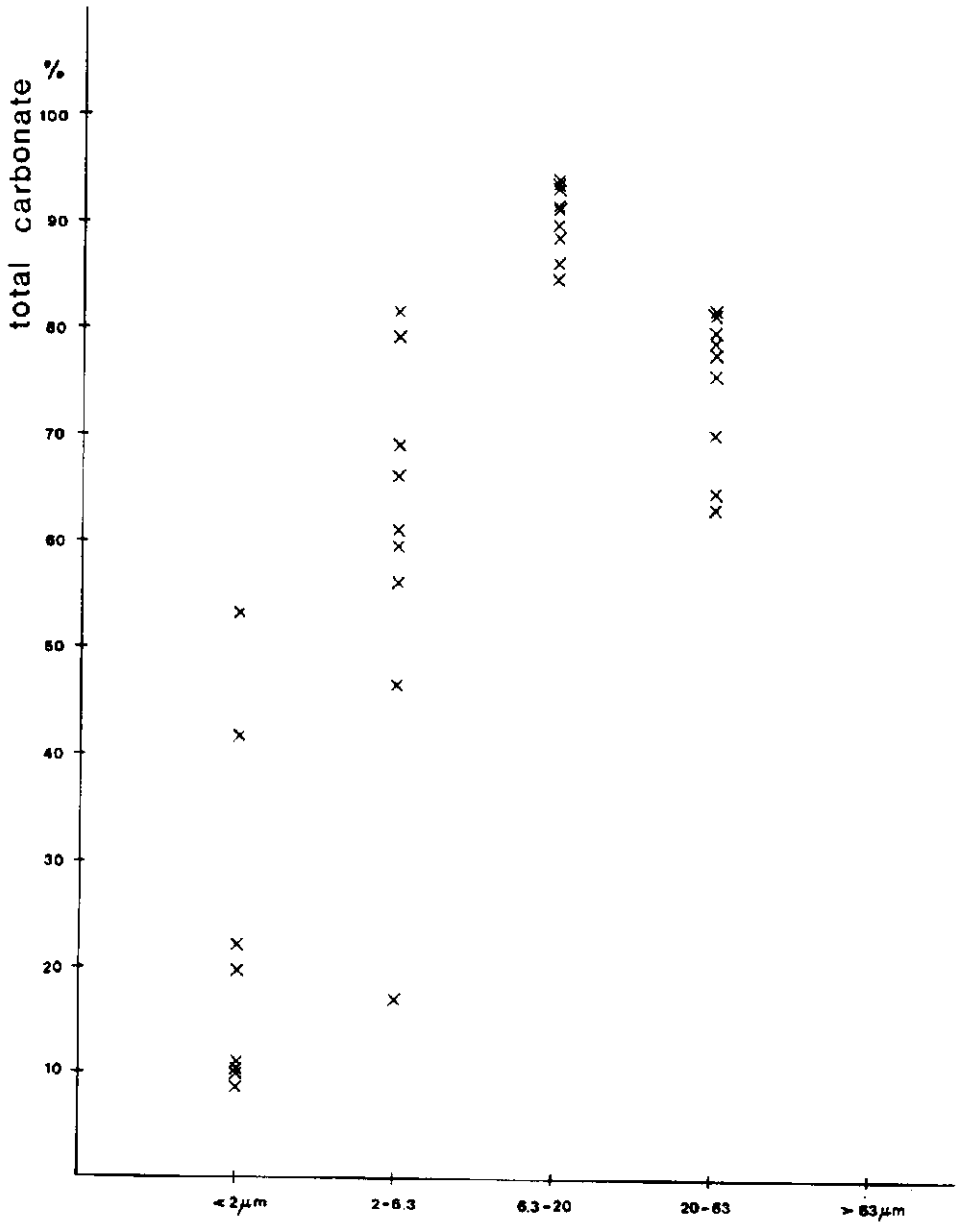


Fig. 16. Core samples of BL-1B from Lake Bled
Total carbonate content versus grain sizes $< 63\mu\text{m}$

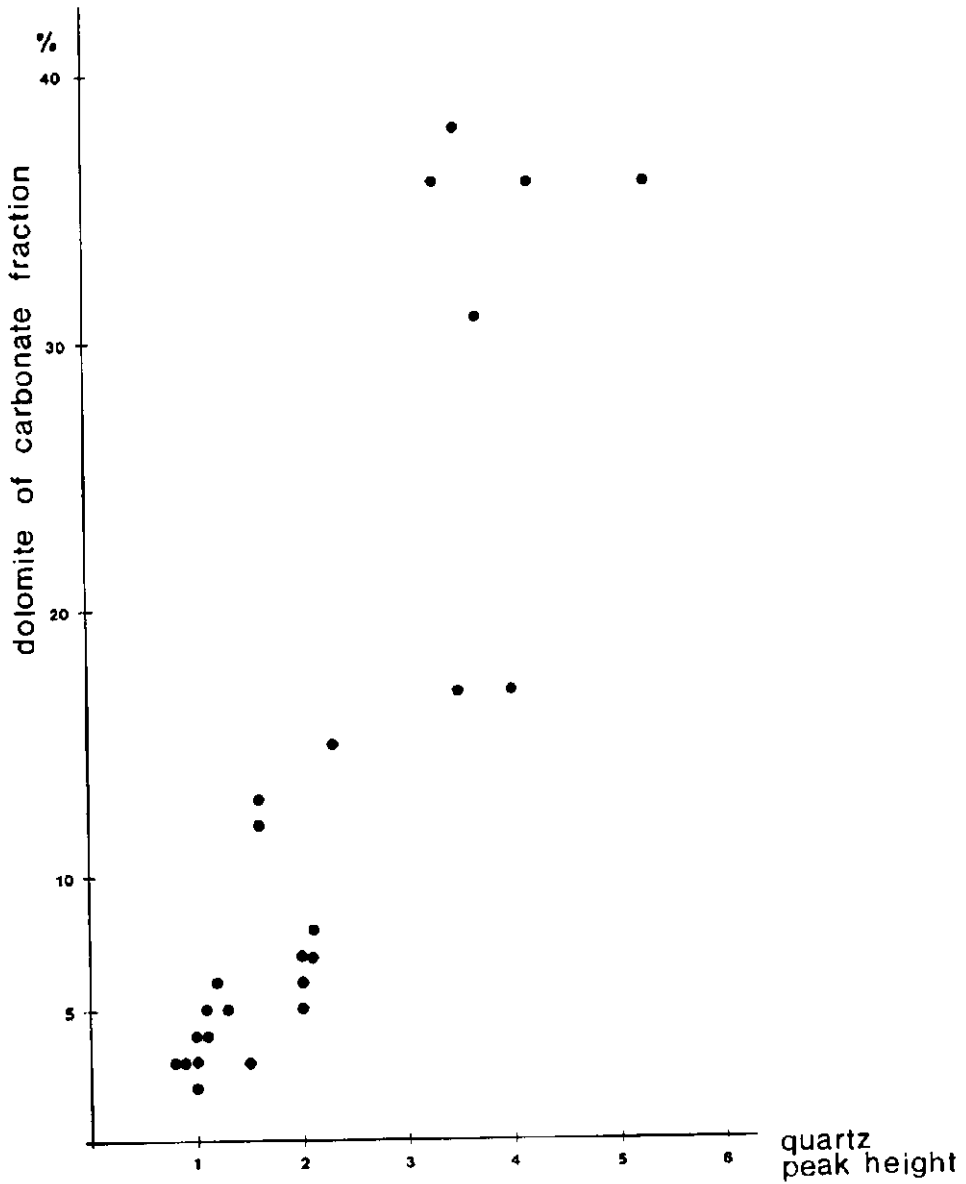
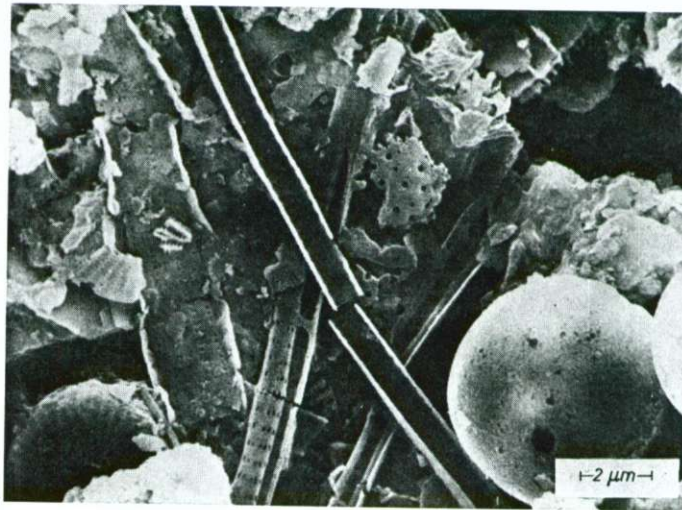
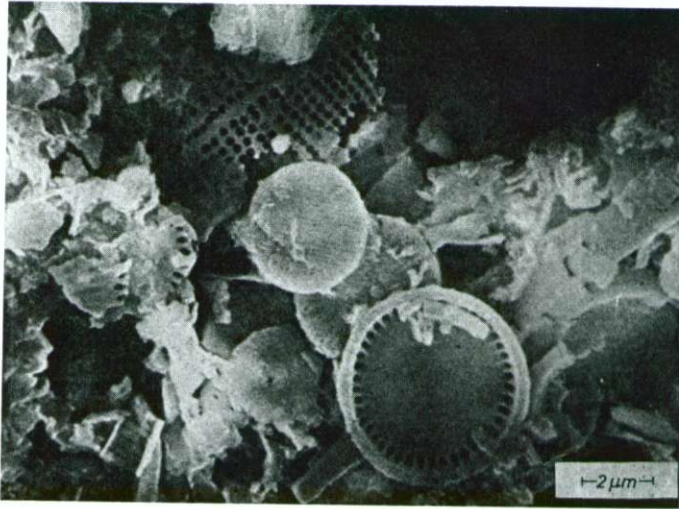


Fig. 17. Total grab samples from Lake Bled
Dolomite content of the carbonate fraction versus quartz peak height



Figs. 18. and 19. Sediment from Lake Bled

Diatoms from the carbonate free part of the $< 2 \mu\text{m}$ fraction, grab sample 14, lower part

Due to the settling tube technique for grain size analysis, particles are usually larger than $2 \mu\text{m}$ because of slower settling of diatoms

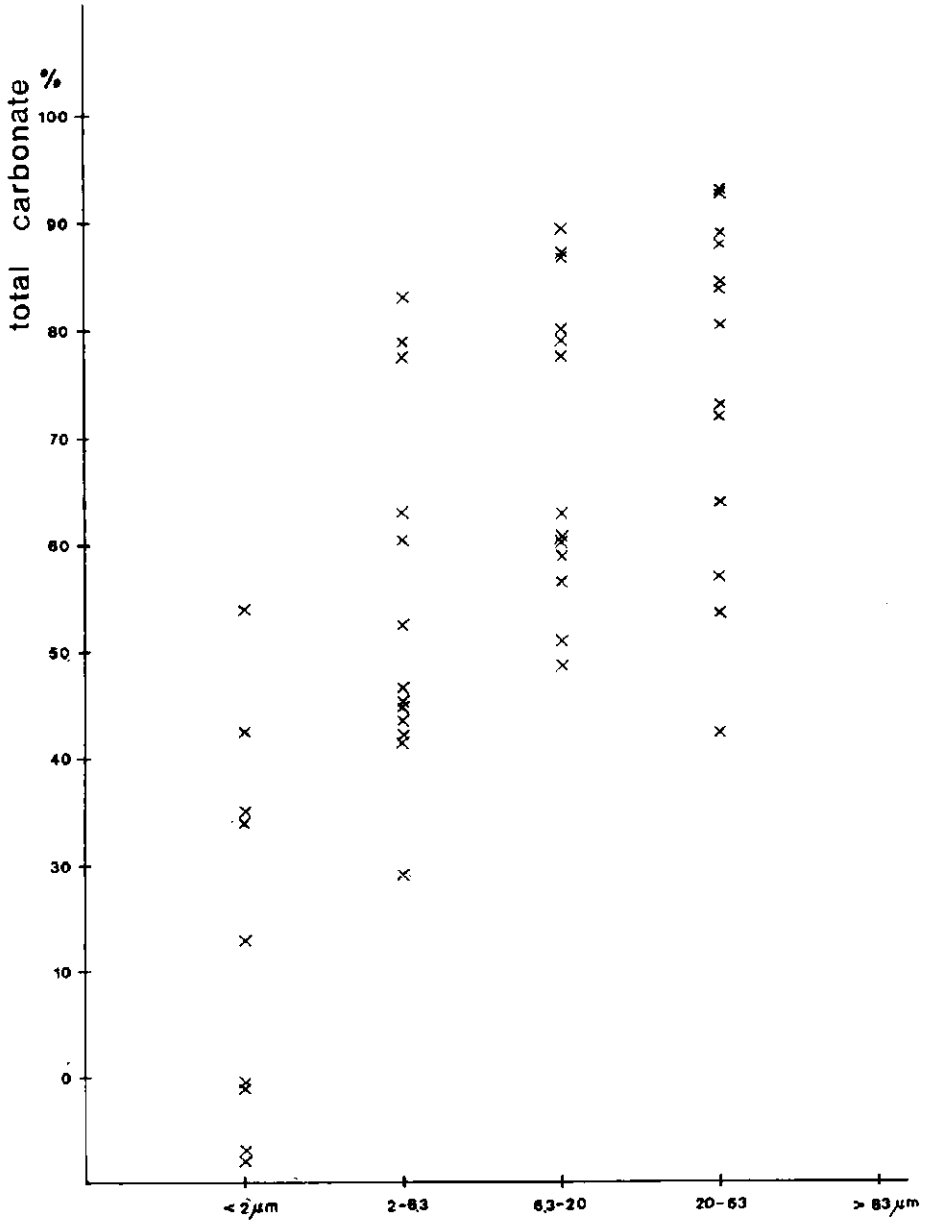


Fig. 20. Grab samples from Lake Bohinj
 Total carbonate content versus grain sizes <math>< 63 \mu\text{m}</math>

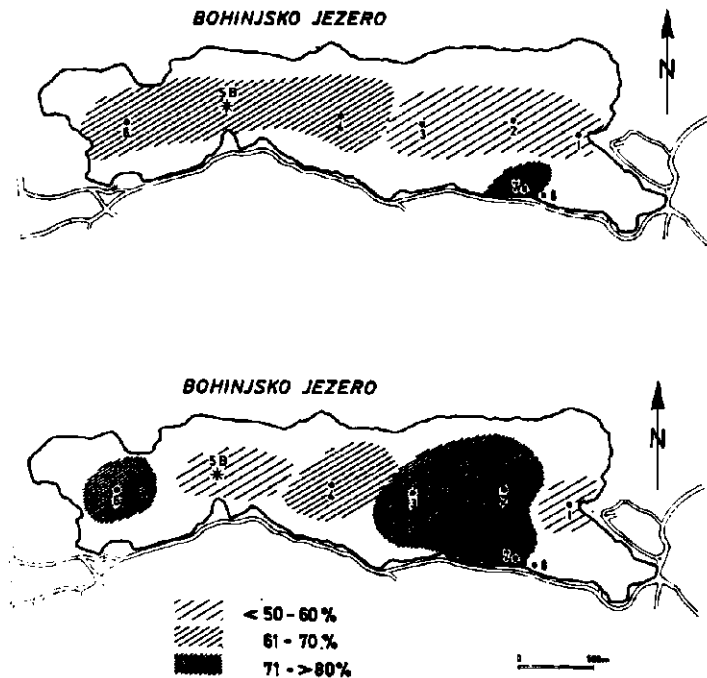


Fig. 21. Lake Bohinj. Total carbonate content
 Above: Grab samples, upper part
 Below: Grab samples, lower part

Abundant opaline silica was already suggested from the typical "opal bulge" at the diffractograms of carbonate-free samples. The behaviour of clay minerals within the lake remains an open question. From the contribution of B. Ogorelec (see chapt. 3.4) it is evident that illite, chlorite, and smectite are transported by the small streams. Within the lake sediment, however, very little clay minerals could be determined. Although the hydrochloric acid method to remove carbonate was replaced by using cation exchange resin (R. M. Lloyd, 1954), clay mineral peaks remained poorly developed.

A tentative suggestion may be that a break-down of clay mineral structures takes place due to dissolution of silica out of these clays. No data concerning silica concentration of the lake water are available so far but apparently silica concentration must be low in such lakes situated within an area consisting essentially of carbonate rocks. The abundance of diatoms, however, requires a source for silica, and clay minerals seem the most likely material to provide silica rather rapidly according to the results of F. T. Mackenzie et al. (1967).

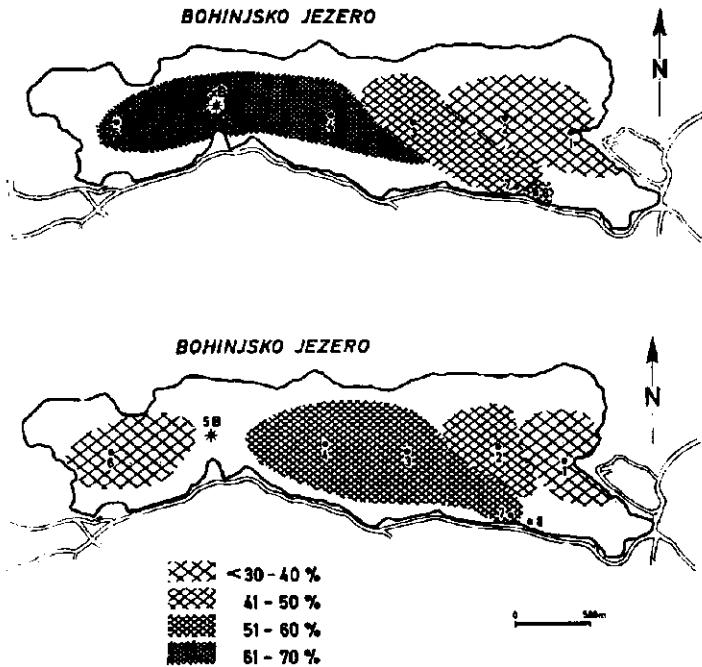


Fig. 22. Lake Bohinj. Dolomite within carbonate fraction

Above: Grab samples, upper part

Below: Grab samples, lower part

6.4. Lake Bohinj

Eight grab samples were taken from Lake Bohinj and were split into upper and lower parts as the samples from Lake Bled. Additionally, one core was taken from the western central part of the lake; the core was split into 14 samples. A total of 30 samples thus represent the sediment of Lake Bohinj discussed here (tables 13, 14 and fig. 20).

6.41. Grab samples

Carbonate content. The upper part of the grab samples have carbonate contents ranging from 53 to 91 percents. Most samples from the lower part have higher carbonate content than their upper counterparts. On a regional aspect, the present bottom surface sediment (if the upper parts of the samples really represent it) is different in carbonate content: the western part of the lake contains more carbonate than does the eastern part. This regional distribution is not valid, however, for the lower part of the surface samples, wherein high contents were found from both parts of the basin. Any suggestions about regional distribution, however, must be regarded tentative so far because of the few sampling sites.

Carbonate mineralogy. Both calcite and dolomite make up the carbonates of the lake sediment investigated. Little can be said — as was the case in Lake Bled — about their regional distribution. Figs. 21 and 22 represent tentative suggestions only. They also display the distribution within upper and lower parts of the samples. Again, a different input of sediment at different times is evident. This also must be discussed with care, however, since not even the uppermost part of the samples really represents one sedimentation event. This holds true, much less, with the »lower parts« of samples which most probably are not time-equivalent in any case. No "single grain layers" were analyzed, but a mixture of layers representing different time span, instead.

The ratio of calcite/dolomite is fairly uniform throughout all grain sizes. It is, on the average, about 50 : 50 although a range of 70 % calcite : 30 % dolomite to 31 % calcite : 69 % dolomite was found within total samples.

With increasing grain size this ratio seems to shift in favour of dolomite; hence dolomite is, on the average, more abundant within the coarser grain size fractions.

6.42. Core BH-5B

Carbonate content. The total samples range in carbonate contents from 65.5—76.5 %. Sofar, no phases of extremely different sedimentation events are obvious from the core. As within the grab samples of the lake the core samples also show carbonate contents increasing with increasing grain size (see fig. 23).

Carbonate mineralogy. High dolomite contents, as already observed from the grab total samples, are also obvious from the cored sediment of this lake. On the average, both calcite and dolomite are present in similar amounts, although the ratio may reach from 69 % calcite : 31 % dolomite up to 5 % calcite : 85 % dolomite within the carbonate fraction. From the present sampling sites a certain regional distribution of dolomite within Lake Bohinj seems to be evident. The upper part of the grab samples show higher amounts within the western part, reaching from sites 6 to 4 (fig. 3) which decrease — continuously? — towards lower dolomite contents at the eastern part of the basin.

Both affluents Savica and Jereka could be responsible for the transport input of dolomite into the lake. According to B. Ogorelec (see chapt. 3.4) the Jereka sediment contains more dolomite than the Savica sediment and hence the Jereka is more likely the source of dolomite within Lake Bohinj.

6.43. Origin of the Lake Bohinj sediment

Since the geological surroundings and the general sedimentological conditions of Lake Bohinj are partly similar to the neighbouring Lake Bled, a comparable origin of its sediments could be assumed. Accordingly the sediments are dominated by calcite and dolomite, quartz and feldspar being not common. In contrast to Lake Bled, however, no additional water is carried into Lake Bohinj which in Lake Bled could have influenced locally the chemical conditions of the lake water.

A difference exists between both lakes as far as dolomite is concerned: The Bohinj sediment contains considerably higher amount of dolomite than sediment from Lake Bled. Although a relationship between dolomite and quartz contents is generally observed, the higher dolomite concentration of the Lake Bohinj sediment is not paralleled by correspondingly high amount of quartz. Dolomite seems to be derived from the lake's surroundings which consists of Triassic carbonate rocks. At the southern shore dolomite prevails whereas the other frame rock is slightly dolomitized limestone.

Calcite is present throughout and is the dominant mineral phase within most of the sediments. The detrital origin of most of the calcite is beyond any doubt, but a small part may also be autochthonous.

Evidence for calcite precipitation comes particularly from the southern nearshore sites 7 and 8 where the lake floor has a whitish appearance and macrophytes are abundant. Since the southern shore is composed of dolomite, the calcite within the nearshore sediment may have at least partly been precipitated by biogenic activity.

As within Lake Bled, the non-carbonates include abundant opaline silica of very well preserved diatoms (figs. 24, 25).

6.5. Autochthonous formation and dissolution of calcite within Lakes Bled and Bohinj

Although the sediments of both lakes clearly reflect a strongly detrital regime, formation of some autochthonous carbonate is indicated by our data.

It is evident that high input of Ca^{++} into both lakes takes place since the affluence of both surface and ground water from an area consisting mostly of carbonate rocks is likely to contain high Ca-concentrations.

Several mechanisms of CaCO_3 -precipitation are known: Inorganic chemical precipitation may occur by either evaporation-concentration of the lake water or else by a mixing of water bodies of different composition. Biogenic carbonate precipitation due to the assimilation of plants is another possible mechanism. Evaporation-concentration is unlikely to explain an eventual carbonate precipitation from the lake water in Bled and Bohinj since the climatic conditions are not favorable. Mixing of different water bodies (e. g. the lake water and the Radovna river water) may eventually cause calcite precipitation although the water chemistry of both the river and the lake may not be very different. This model is unlikely, however, for the affluents.

If, nevertheless, some carbonate precipitation occurs within such mixing areas, the small amount would be "masked" by the great amounts of detrital carbonate carried by the affluents. The main, if not exclusive, source of autochthonous calcite could then remain the biogenic activity of plants releasing CO_2 . Some of the nearshore environments, particularly at the southern shore of Lake Bohinj, have a whitish appearance, and underwater macrophytes are abundant there.

Eutrophication effects, particularly within Lake Bled, are evident from several limnological data, and are also shown from the present study by U. Förstner (chapt. 7). The uppermost layer (0—3 cm) contains up to 10.4 % organic carbon (U. Förstner, 1977 a in print) whereas the lower layer

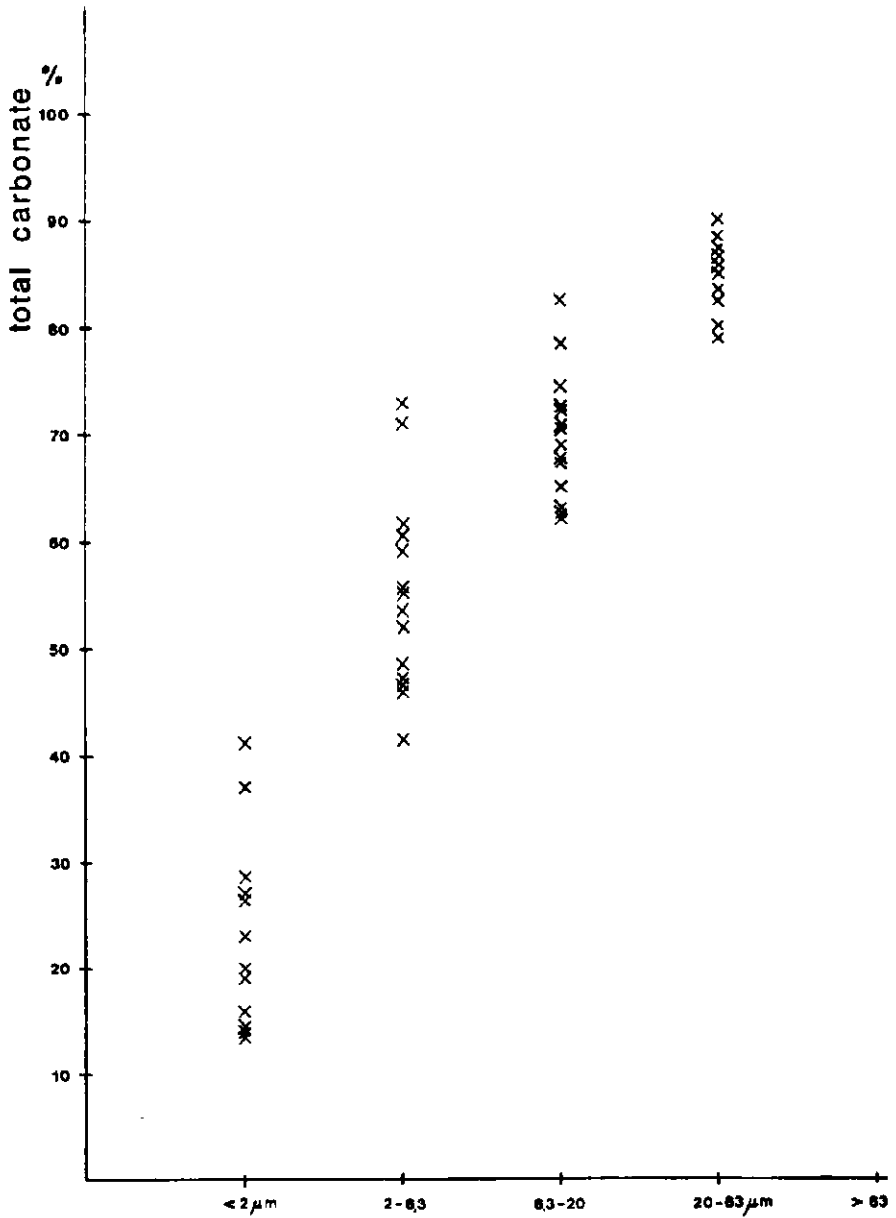
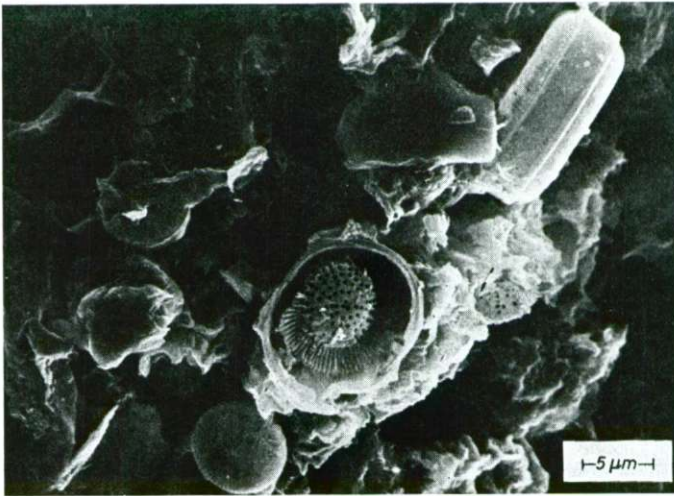
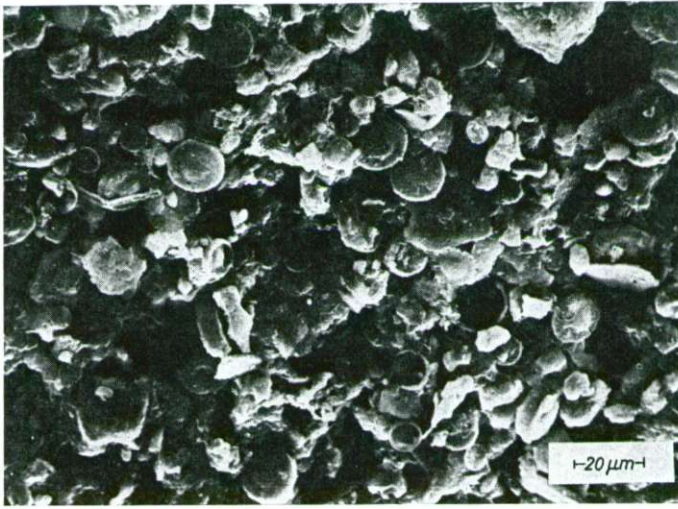


Fig. 23. Core sediment samples of BH-5B from Lake Bohinj
Total carbonate content versus grain sizes <math>< 63 \mu\text{m}</math>



Figs. 24. and 25. Sediment from Lake Bohinj. Diatoms from the carbonate-free part of the grain size 2—6.3 μm

(5—10 cm) revealed only 2.2 % (G. Sch moll, 1977). This high organic carbon content is referred to algal "blooms" which are known worldwide from many other lakes.

Such algal "blooms" may be the most probable factor for autochthonous carbonate formation within Lake Bled and also Lake Bohinj. A certain increase of Ca within the $< 2 \mu\text{m}$ fraction, though not always very pronounced, in the uppermost 10 cm of the sediment of the three cores studied (see table 16), may

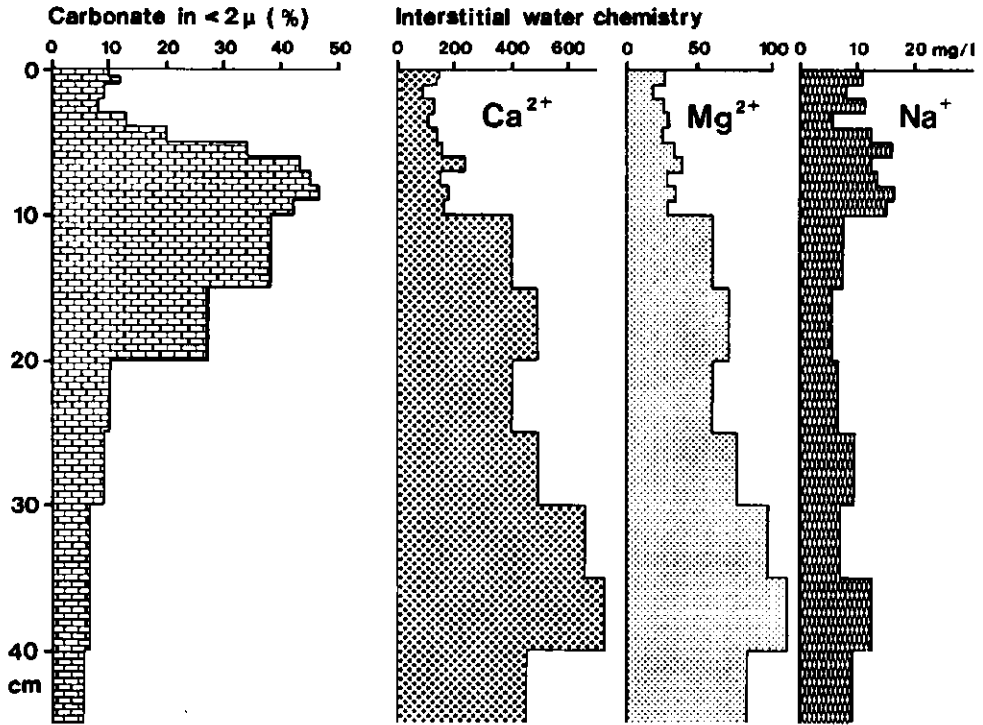


Fig. 26. Sediment core BL-15B from Lake Bled
Chemical composition of the interstitial water

indicate such biogenic precipitation of carbonate. Whereas the deeper layers of the lake sediments have a rather homogeneous appearance, the upper 5–10 cm of almost all samples show a distinct thin lamination (fig. 8), the top few centimeters consist of a textureless soft mud of a dark gray colour. The laminated part contains very thin white laminae of calcite. It is possible that this represents episodically precipitated autochthonous carbonate. Dissolved Ca^{++} is abundantly supplied to the lake water, although little data from the lake water for Ca^{++} were available (30–50 mg/l; unpublished data of the Limnological station of Bled). The uppermost samples from the interstitial water (table 15), however are likely to present slightly higher values of Ca^{++} than the lake water. They range from 100 to 170 ppm and are thus still double that of the lakes of Plitvice where carbonate precipitation takes place (P. Stoffers, 1975).

From chemical analyses of the Lake Bled water at sites BL-1B and BL-15B (tables 1 and 2) it is apparent that already within deeper strata of the open water column carbonate can be dissolved rather than precipitated. A continuous decrease of pH-values from 8.5 and 8.4 at the surface towards 6.9 at 24 m

and 26 m, respectively, is observed, and is paralleled by an increase of CO_2 , H_2S and HCO_3 (!). Similarly, the temperatures decrease bottomwards, favouring carbonate dissolution.

Chemical composition of the interstitial waters is also in favour of dissolution rather than precipitation of carbonate: An almost continuous increase of Ca^{++} and Mg^{++} is observed at core BL-15B which is independent of the carbonate content of the sediment (fig. 26). Sodium and potassium remain constant although some variations occur.

Within the uppermost 10 cm of the core the decrease of carbonate can be explained by two factors which most probably act together:

1. The sediment is diluted by the high amount of organic matter (up to about 25 %).

2. Decomposition of organic matter provides CO_2 and thus causes dissolution of carbonate.

A decrease of Ca within the uppermost layer is also evident from the other cores as is indicated by the results of U. F ö r s t n e r (chapt. 7).

Dissolution of carbonate at similar depths (max. 22 m) was suggested from an extremely carbonate-rich part of Lake Constance ("Gnadensee", M. S c h ö t t l e, 1969), where about ten times more carbonate is autochthonous biogenic than detrital.

6.6. Sedimentation rates

Without further dating comparison with other lakes of a similar setting, and the pollution effects within the uppermost centimeters of sediments can be used for dating purposes. Comparison with dated sediment cores from other lakes can only give approximate values. For the central part of Lake Constance an average of about 1 mm/a seems now reasonably established (G. M ü l l e r, 1966, G. W a g n e r, 1972). In case of a similar sedimentation rate in both lakes Bled and Bohinj the lowermost samples within core BL-15B would not be much older than 400 years (see A. Š e r c e l j and M. C u l i b e r g, chapt. 5.2).

Mass balance of the lake sediment is still an open question since almost no data are available for the input rate of suspended matter. The small affluents, as well as the artificial input of the Radovna water, seem to carry little suspended load (D. V r h o v š e k & A. B r e z i g a r, 1976).

Input of further suspended matter was not measured since most of the detrital material seems to be transported by small torrents. Analysis immediately after rainfall is necessary. Probably, a large part of the detrital sediments may also be washed in by surface runoff similar to sheet-flows.

From the few analyses of the chemical composition of the outflowing water of the Jezernica, it is evident, however, that suspended material is extremely scarce (about 10 mg/l, unpublished data of the Limnological station of Bled).

Since the affluents of these lakes are mostly torrents a rather discontinuous influx of detrital components must be assumed. Flood layers should be expected within the sediment column although they have not yet been detected within the uppermost 45 cm studied. Further, and deeper coring is thus required to elucidate the history of Lakes Bled and Bohinj.

Table 11. Mineral composition of the BL-1B core samples from Lake Bled

Depth in cms.	total sample			<2 μm grain size			2-6.3 μm grain size			feldspar (peak= height)		
	total carbo- nate	dolo- mite %	cal- cite %	quartz (peak= height)	total carbo- nate	dolo- mite %	cal- cite %	quartz (peak= height)	total carbo- nate	dolo- mite %	cal- cite %	quartz (peak= height)
0-0.5	73.0	2	98	0.8	-	-	-	17.0	26	74	7.0	-
0.5-1.5	69.0	3	97	1.1	11.0	6	94	46.5	8	92	4.6	-
1.5-3	73.0	4	96	1.1	10.0	10	90	56.0	2	98	0.7	-
3-5	75.0	2	98	1.1	10.0	6	94	59.5	4	96	1.6	-
5-7	75.0	3	97	1.5	41.5	6	94	79.0	3	97	1.3	-
7-10	79.0	4	96	1.1	53.0	3	97	81.5	-	100	1.0	-
10-15	75.0	3	97	1.7	22.0	-	100	69.0	2	98	0.4	-
15-20	75.0	2	98	1.3	8.5	-	100	66.0	2	98	2.2	-
20-25	75.0	2	98	1.1	19.5	-	100	61.0	2	98	1.8	-

Depth in cms.	6.3-20 μ m grain size				20-63 μ m grain size				>63 μ m grain size				
	total carbo- nate %	dolo- mite %	cal- cite %	quartz (peak- height)	total carbo- nate %	dolo- mite %	cal- cite %	quartz (peak- height)	total carbo- nate %	dolo- mite %	cal- cite %	quartz (peak- height)	feldspar (peak- height)
0-0.5	93.0				81.5								
0.5-1.5	84.5	2	98	1.5	78.5	5	95	1.7	-	5	95	1.5	-
1.5-3	91.0	1	99	0.7	81.5	6	94	2.0	-	5	95	1.8	0.7
3-5	89.5	1	99	0.7	79.5	6	94	1.5	-	11	89	2.5	-
5-7	86.0	5	95	2.0	63.0	24	76	4.4	0.5	13	87	2.8	-
7-10	88.5	4	96	1.4	70.0	14	86	2.4	0.6				
10-15	91.0	2	98	1.0	64.5	24	76	4.7	1.0	5	95	2.2	1.0
15-20	93.5	3	97	0.6	75.5	20	80	3.0	-				
20-25	93.5	2	98	2.0	77.5	14	86	5.0	0.7				

Table 12. Mineral composition of the BL-15B core samples from Lake Bled

Depth in cms.	total sample				<2 µm grain size				2-6.3 µm grain size				feldspar (peak- height)	
	total carbo- nate	dolo- mite %	cal- cite %	quartz (peak- height)	total carbo- nate	dolo- mite %	cal- cite %	quartz (peak- height)	total carbo- nate	dolo- mite %	cal- cite %	quartz (peak- height)	feldspar (peak- height)	feldspar (peak- height)
surf.	57.5	18	82	2.0	15.3	-	100	0.6	41.0	11	89	2.5	-	
0-0.5	60.0	13	87	2.1	9.8	-	100	1.0	41.0	8	92	2.3	-	
0.5-1	60.5	9	91	1.4	12.0	-	100	1.6	48.0	7	93	2.1	0.4	
1-2	60.0	8	92	1.9	9.0	-	100	2.4	43.0	13	87	2.3	0.6	
2-3	68.0	6	94	1.1	8.0	-	100	0.6	55.0	9	91	2.0	-	
3-4	70.5	14	86	1.1	13.0	-	100	0.6	63.0	8	92	1.3	-	
4-5	77.0	6	94	1.0	20.0	-	100	-	72.0	4	96	0.9	-	
5-6	73.0	6	94	1.2	34.5	3	97	2.0	71.5	6	94	1.1	-	
6-7	74.5	7	93	0.7	43.5	1	99	0.7	78.5	4	96	0.8	-	
7-8	75.0	4	96	1.0	47.5	-	100	1.5	75.5	2	98	0.6	-	
8-9	72.0	6	94	1.3	48.5	-	100	1.2	72.0	3	97	0.8	-	
9-10	69.0	3	97	1.1	42.0	-	100	1.2	70.5	3	97	1.1	-	
10-15	69.5	2	98	0.8	38.0	-	100	0.9	70.5	-	100	1.1	-	
15-20	67.5	8	92	1.2	27.0	-	100	1.4	61.5	3	97	1.3	-	
20-25	65.0	2	98	1.7	10.0	-	100	2.1	54.0	-	100	1.8	0.2	
25-30	63.0	7	93	1.7	9.0	5	95	5.1	50.0	7	93	2.0	0.3	
30-35	56.5	12	88	2.5	6.5	3	93	4.8	45.0	4	96	2.6	-	
35-40	60.0	6	94	2.2	6.5	7	97	5.5	46.0	8	92	2.9	-	
40-45	65.0	6	94	1.9	5.5	-	100	3.4	46.0	-	100	2.1	-	

Depth in cms.	6,3-20 µm grain size				20-63 µm grain size				> 63 µm grain size						
	Total carbo- nate	dolo- mite %	cal- cite %	quartz (peak- height)	feldspar (peak- height)	Total carbo- nate	dolo- mite %	cal- cite %	quartz (peak- height)	feldspar (peak- height)	Total carbo- nate	dolo- mite %	cal- cite %	quartz (peak- height)	feldspar (peak- height)
surf.	78.5	6	94	2.3	-	60.5	-	-	-	-	48.5	-	-	-	-
0-0.5	74.5	8	92	1.7	-	67.0	-	-	-	-	48.5	-	-	-	-
0.5-1	84.5	4	96	1.0	-	73.0	-	-	-	-	48.5	-	-	-	-
1-2	74.5	7	93	1.8	0.3	63.0	-	-	-	-	48.5	-	-	-	-
2-3	82.5	5	95	1.6	-	72.5	-	-	-	-	47.5	-	-	-	-
3-4	84.5	4	96	1.0	-	72.0	-	-	-	-	52.0	-	-	-	-
4-5	84.5	4	96	0.8	0.3	66.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5-6	84.5	10	90	1.7	-	59.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6-7	84.5	8	92	1.2	0.5	63.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7-8	84.5	6	94	1.0	-	67.0	-	-	-	-	47.5	-	-	-	-
8-9	80.5	6	94	1.6	-	64.0	-	-	-	-	49.0	-	-	-	-
9-10	80.5	3	97	1.8	-	63.0	-	-	-	-	47.5	-	-	-	-
10-15	81.5	3	97	1.1	-	64.0	-	-	-	-	49.0	-	-	-	-
15-20	82.5	5	95	1.4	0.5	64.0	-	-	-	-	50.0	-	-	-	-
20-25	84.5	4	96	1.2	0.3	66.0	-	-	-	-	51.0	-	-	-	-
25-30	81.5	4	96	1.2	-	61.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30-35	75.0	-	-	-	-	54.5	-	-	-	-	46.0	-	-	-	-
35-40	74.0	5	95	1.8	-	59.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40-45	80.0	4	96	1.2	-	61.0	-	-	-	-	46.0	-	-	-	-

Table 13. Mineral composition of the bottom samples from Lake Bohinj

Nr.	total sample				<2 μm grain size				2-6.3 μm fraction				feldspar (peak-height)			
	total carbo-nate	dolo-mite %	cal-cite %	quartz (peak-height)	total carbo-nate	dolo-mite %	cal-cite %	quartz (peak-height)	total carbo-nate	dolo-mite %	cal-cite %	quartz (peak-height)	total carbo-nate	dolo-mite %	cal-cite %	quartz (peak-height)
1	45.5	32	68	5.2	23.0	23	77	1.2	-	46.5	31	69	3.1	-	-	-
2a	56.5	31	69	6.1	9.5	13	87	1.2	-	52.5	38	62	1.8	-	-	-
2b	75.5	41	59	5.7	-	7	93	1.0	-	77.5	5	95	0.7	-	-	-
3a	53.0	43	57	5.5	-	9	91	1.4	-	45.0	49	51	1.8	-	-	-
3b	74.5	51	49	8.1	35.0	4	96	1.0	-	79.0	6	94	0.8	-	-	-
4a	61.0	64	36	5.0	2.0	15	85	1.4	0.3	42.0	39	61	2.4	-	-	-
4b	65.5	53	47	6.2	0	22	78	2.1	-	41.5	31	69	2.0	-	-	-
5a	69.5	69	31	6.7	3.0	14	86	0.8	-	45.0	55	45	1.9	-	-	-
5m	-	47	53	3.7	-	16	84	1.0	-	-	38	62	1.2	-	-	-
5b	-	68	32	5.4	54.0	14	86	0.6	-	83.0	18	82	0.9	-	-	-
6a	70.5	30	70	4.6	9.0	12	88	0.5	-	43.5	66	34	1.5	-	-	-
6b	76.0	30	70	4.6	34.0	28	72	1.1	-	60.5	32	68	1.2	-	-	-
7a	91.0	45	55	2.3	-	-	-	-	-	29.0	-	-	-	-	-	-
7b	88.0	51	49	2.7	42.5	31	69	1.3	-	63.0	28	72	1.6	-	-	-
8	-	54	46	3.3	-	8	92	0.8	-	-	12	88	1.3	-	-	-

Nr.	6.3-20 μm grain size					20-63 μm grain size					63-125 μm grain size				
	total carbo- rate	dolo- mite	cal- cite	quartz (peak- height)	feldspar (peak- height)	total carbo- rate	dolo- mite	cal- cite	quartz (peak- height)	feldspar (peak- height)	total carbo- rate	dolo- mite	cal- cite	quartz (peak- height)	feldspar (peak- height)
1	51.0	36	64	4.8	0.6	42.5	34	66	4.8	-	-	30	70	4.0	-
2a	59.0	45	55	1.9	-	57.0	45	55	5.6	-	49	31	69	5.2	0.6
2b	87.0	4	96	0.9	-	72.0	47	53	3.5	-	-	24	76	1.6	-
3a	48.5	51	49	2.5	-	53.5	49	51	8.4	-	47.5	51	49	6.0	-
3b	87.0	8	92	0.5	-	64.0	37	63	4.3	0.7	-	22	78	5.8	1.0
4a	56.5	48	52	2.7	0.8	84.0	85	15	1.4	0.7	95.0	95	5	0.3	-
4b	60.5	42	58	2.8	-	73.0	54	46	3.2	0.3	68.0	88	12	1.3	-
5a	60.5	60	40	2.1	-	80.5	66	34	0.8	-	80.0	72	28	2.2	-
5m	47	53	53	2.0	0.4	-	59	41	2.1	-	-	65	35	0.7	-
5b	89.5	18	82	0.8	-	93.0	34	66	0.4	-	76.5	42	58	1.3	-
6a	63.0	42	58	1.8	-	84.5	77	23	1.1	-	67.5	78	22	1.7	-
6b	77.5	40	60	1.5	-	89.0	32	68	0.8	-	79.0	23	77	0.4	-
7a	79.0	41	59	1.5	-	93.0	37	63	0.6	0.7	93.5	41	59	0.5	-
7b	80.0	30	70	1.5	-	88.0	36	64	0.7	0.5	94.0	34	66	0.3	-
8	22	78	78	1.1	-	-	63	27	1.1	0.2	-	44	56	1.2	-

Table 14. Mineral composition of the BH-5B core samples from Lake Bohinj

Depth in cms.	total sample				<2 μm grain size				2-6.3 μm grain size				feldspar			
	total carbo- nate %	dolo- mite %	cal- cite %	quartz (peak- height)	total carbo- nate %	dolo- mite %	cal- cite %	quartz (peak- height)	total carbo- nate %	dolo- mite %	cal- cite %	quartz (peak- height)	total carbo- nate %	dolo- mite %	cal- cite %	quartz (peak- height)
0-1	76.5	85	15	1.3	-	17	83	-	46.0	42	58	1.2	-	-	-	-
1-2	74.5	75	25	1.6	-	17	83	0.6	41.5	45	55	0.9	0.8	-	-	-
2-3.5	68.5	47	53	1.0	19.0	-	-	-	52.0	35	65	1.1	-	-	-	-
3.5-5	75.5	60	40	1.2	27.0	-	-	-	61.5	29	71	1.1	-	-	-	-
5-7	76.5	31	69	0.9	41.0	24	76	0.7	71.0	17	83	0.7	-	-	-	-
7-8	75.5	35	65	0.7	37.0	14	86	0.5	73.0	15	85	0.6	-	-	-	-
8-10	71.5	72	28	1.0	14.0	-	100	0.5	53.5	32	68	1.1	-	-	-	-
10-15	68.0	61	39	1.5	14.0	-	100	-	46.5	39	61	1.2	-	-	-	-
15-20	65.5	54	46	2.0	16.0	15	85	0.6	48.5	31	69	1.4	-	-	-	-
20-25	71.0	72	28	1.2	20.0	24	76	1.0	55.5	33	67	1.2	-	-	-	-
25-30	68.5	66	34	0.8	13.5	31	69	1.0	47.0	40	60	1.5	-	-	-	-
30-35	76.0	58	42	0.6	23.0	27	73	2.8	55.0	35	65	1.2	-	-	-	-
35-40	69.0	47	53	0.8	28.5	20	80	2.5	59.0	27	73	0.9	-	-	-	-
40-45	68.0	59	41	1.2	26.5	22	78	2.7	60.5	28	72	0.9	-	-	-	-

Depth in cms.	6.3-20 μ m grain size					20-63 μ m grain size					feldspar (peak- height)
	total dolo- mite	dolo- mite	cal- cite	quartz (peak- height)	feldspar (peak- height)	total carbo- nate	dolo- mite	cal- cite	quartz (peak- height)	feldspar (peak- height)	
0-1	62.5	49	51	1.8	-	85.0	75	25	2.6	0.3	
1-2	69.0	49	51	1.4	-	87.0	59	41	4.8	0.4	
2-3.5	67.5	35	65	0.7	-	86.0	63	37	1.1	0.2	
3.5-5	74.5	36	64	1.2	-	90.0	72	28	0.9	0.1	
5-7	78.5	23	77	0.9	0.2	85.0	48	52	0.6	-	
7-8	82.5	20	80	1.0	-	86.0	58	42	1.2	-	
8-10	67.5	36	64	1.3	-	85.0	75	25	1.6	-	
10-15	62.0	45	55	1.7	-	80.0	60	40	1.1	0.2	
15-20	63.0	36	64	2.3	-	79.0	30	70	2.6	-	
20-25	70.5	36	64	1.4	-	85.5	75	25	0.8	-	
25-30	65.0	47	53	2.1	1.2	82.5	74	26	1.3	-	
30-35	72.5	38	62	1.5	-	88.5	76	24	2.7	0.4	
35-40	72.5	32	68	1.1	0.1	86.0	53	47	1.0	-	
40-45	70.5	36	64	1.3	-	83.5	65	35	1.2	-	

Table 15. Sediment cores from Lakes Bled and Bohinj. Chemical data of the interstitial water (in mg/l).

Core BL-1B						Core BL-15B					
Depth in cms.	Ca mg/l	Mg	Mg/Ca atomic ratio	Na mg/l	K	Depth in cms.	Ca mg/l	Mg	Mg/Ca atomic ratio	Na mg/l	K
0-0,5	140	21	0,25	17,0	5,8	surf.	170	31	0,3	11,5	5,0
0,5-1,5	120	19	0,26	11,5	5,0	0-0,5	150	25	0,28	11,0	4,8
1,5-3	140	23	0,27	11,0	5,0	0,5-1	140	27	0,32	12,5	3,8
3-5	160	26	0,27	12,5	5,0	1-2	90	18	0,33	8,0	3,0
5-7	200	35	0,29	16,0	6,0	2-3	130	26	0,33	11,5	4,5
7-10	160	29	0,45	17,0	5,3	3-4	110	29	0,43	5,5	3,8
10-15	120	27	0,37	10,0	5,5	4-5	140	27	0,32	12,5	4,0
15-20	300	42	0,23	6,5	3,5	5-6	160	33	0,34	16,0	5,0
20-25	310	44	0,24	13,5	3,8	6-7	240	39	0,27	12,5	2,8
						7-8	150	28	0,31	13,5	5,0
						8-9	180	33	0,30	16,5	5,0
						9-10	160	29	0,30	15,0	4,3
						10-15	400	59	0,24	7,5	3,0
						15-20	490	71	0,24	5,5	2,8
						20-25	400	59	0,24	6,5	2,0
						25-30	490	77	0,26	9,5	5,8
						30-35	660	98	0,24	7,0	3,0
						35-40	720	112	0,26	12,5	4,3
						40-45	550	83	0,25	9,0	4,3

Core BH-5B					
Depth in cms.	Ca mg/l	Mg	Mg/Ca atomic ratio	Na mg/l	K
0-1	100	12	0,20	10,5	2,0
1-2	140	17	0,20	13,0	2,8
2-3,5	120	11	0,15	11,5	2,0
3,5-5	100	9	0,15	13,5	2,3
5-7	70	6	0,14	12,0	2,0
7-8	100	8	0,13	19,0	2,8
8-10	130	9	0,11	15,5	2,5
10-15	80	8	0,17	4,0	1,8
15-20	100	9	0,15	2,5	2,3
20-25	70	6	0,14	5,0	1,8
25-30	60	4	0,11	8,0	2,5
30-35	350	17	0,08	5,0	4,0
35-40	90	7	0,13	5,5	2,5
40-45	90	7	0,13	10,0	3,5

Analyzed by D Reinhard.

7. Geochemistry of recent sediments from Lakes Bled and Bohinj

Ulrich Förstner

7.1. Introduction

The chemical composition of lacustrine sediments is influenced by a number of internal and external factors, such as the lithofacies of the surrounding areas, precipitation and sorption processes and diagenetic redistribution of elements after the deposition of the sediment material. During the last few decades, many lakes in the more densely populated and industrialized areas are becoming increasingly affected by human activities, in particular from sewage inputs and air-borne contamination.

Initial observations of cultural effects from communities and agriculture on lakes, indicated in the variations in the sediment stratigraphic records, were made on Lake Zürich and described by H. F. Nipkow (1920). Increased rates of eutrophication in lakes were first studied by G. E. Hutchinson & A. C. Wollack (1940) from Linsley Pond, Conn. and C. H. Mortimer (1941) from Lake Windermere, England. These reports and the subsequent findings of R. C. Murray (1956) from Wisconsin Lakes and W. Ohle (1956) from lakes in Northern Germany suggested that lake sediments "may be regarded as a response of the conditions in an aquatic system" (H. Züllig, 1956). Characteristic man-made contamination effects have been evaluated by investigating the distribution of phosphorous (A. Livingstone & J. C. Boykin, 1962; M. C. Whiteside, 1965), of iron monosulfide (G. Müller, 1967) and of changes of diatom assemblages (J. G. Stockner & W. W. Benson, 1967; H. C. Duthie & M. R. Sreenivasa, 1971). Pollen variations in recent lake sediments have been found to reflect historical changes in land use of areas in North America and Europe (J. Vuorela, 1970; A. M. Solomon & D. F. Kroener, 1971; T. W. Anderson, 1973; A. L. W. Kemp et al., 1974). During the last decade lake sediment analyses have increasingly been employed as a tool to trace sources of less degradable pollutants, such as halogenated hydrocarbons (H. O. Leshniowsky et al., 1970) and heavy metals (R. L. Thomas, 1972; R. J. Allan, 1974; U. Förstner & G. Müller, 1974; L. Håkanson, 1977).

One field of sedimentary investigation, which is particularly useful in the present context, is marked by the study of vertical profiles from fine-grained deposits in lakes. Sediment cores provide a historical record of events occurring in the watershed of a particular lake and enable a reasonable estimate of the background level and changes in input of any pollutant over an extended period of time. This approach is especially valuable if the rate of sedimentation is known.

The present study deals with the distribution of major cations (sodium, potassium, magnesium, calcium, and iron) and trace elements (manganese, strontium, lithium, zinc, chromium, nickel, copper, lead and cadmium) in the pelitic fractions of grab samples and core samples from Lakes Bled and Bohinj (Blejsko jezero and Bohinjsko jezero) in Slovenia.

7.2. Analytical methods

From both lakes a total of 82 sediment samples, obtained by the grab sampling, was investigated geochemically; 28 surface (0–3 cm) and subsurface (5–10 cm) samples from Lake Bled, 14 surface and subsurface samples from Lake Bohinj and 28 core samples were analyzed.

In order to reduce the grain size effects as much as possible and compare the different samples, the grain size $< 2 \mu\text{m}$ (pelitic fraction) was separated, in each case with distilled water in settling tubes. The suspended solids were recovered by evaporation in porcelain bowls at 60 °C. For the metal analyses, the dry material was treated with aqua regia (conc. HNO_3 : HCl = 1 : 3). The elements lithium, sodium, potassium, magnesium, calcium, strontium, iron, manganese, zinc, chromium and copper were determined by conventional (flame-) atomic absorption spectroscopy and the elements nickel, lead and cadmium by means of flameless AAS according to the usual setting we use in this institute (U. Förstner & G. Müller, 1974).

7.3. Interpretation of metal data

The analytical data of the elements investigated are registered in tables 16, 17 and 18. Mean values, standard deviations and variation coefficients for both areas of investigation are summarized in table 19. The distribution of the major and trace elements in the three core profiles are graphically presented in figure 27.

7.31. Mean values

The comparison of the mean values (table 19) and variation coefficients of the metal data from the sediments of Lake Bled and Lake Bohinj indicates characteristic differences between both areas under consideration. There is a significant higher amount of calcium (30 %), lithium and potassium (50 %) and magnesium (100 %), in the sediment of Lake Bohinj when compared with the pelitic fractions of the Bled sediment. Even stronger enrichment (150 to 300 % more than in Lake Bled) of iron, chromium, manganese and nickel has been found in the sediment of Lake Bohinj. The only significant exception with regard to the metals studied here, are the values of zinc, which are on the average, approximately 50 % higher in the sediments from Lake Bled than in those taken from Lake Bohinj. Variation coefficients are relatively low for sodium, magnesium and calcium in both test areas, as well as for copper in Lake Bled and cadmium in Lake Bohinj; in contrast, the values of cadmium, nickel and lead from the sediments of Lake Bled indicate particularly strong variations, as the manganese concentrations likewise do in Lake Bohinj. With regard to the latter effect, it can be seen from the data of the grab samples that the top layers (0–3 cm) of Lake Bohinj are characteristically enriched in manganese as compared with the analytical values obtained from subsurface sediments (5–10 cm).

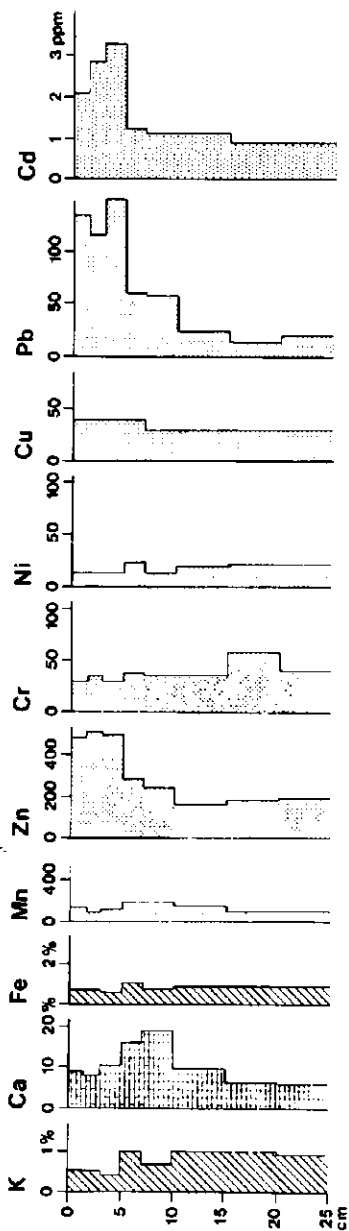
From the present data of average values and variation coefficients of major and trace elements it would appear that there is a predominant lithogenic influence — from basic rocks — on the sediment composition of Lake Bohinj, whereas the elevated concentrations of zinc and the higher variability of the cadmium and lead values of Lake Bled point to anthropogenic influences. According to available knowledge (see chapt. 3.2.), however, basic source rocks have not been found in the catchment area of Lake Bohinj.

The extremely high variation coefficient of manganese in Lake Bohinj is probably indicative of the presence of diagenetic effects that are brought about by changes in the redox conditions. The increase of manganese in near-surface sediments has been explained by processes of diagenetic dissolution of manganese compounds in the lower reducing part of the sedimentary column, upward migration of dissolved manganese ions and subsequent precipitation at the oxidizing sediment/water interface (E. Bonatti et al., 1971). These processes are considered important mechanisms in the formation of manganese concretions in the lacustrine environment (E. M. Kindle, 1932; R. Rossman & E. Callender, 1968). Enrichment of manganese within the top surface sediment layers have been observed in Lake Constance (U. Förstner et al., 1974) and lakes of Upper Bavaria as well (U. Förstner, 1977 b).

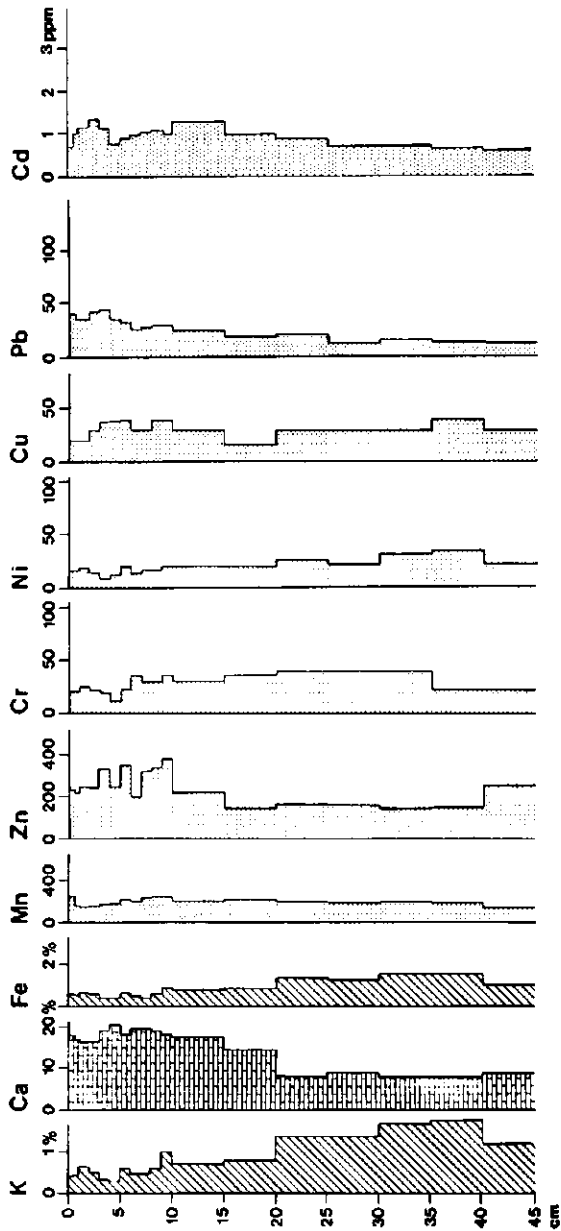
7.32. Core profiles

The metal data from core profiles (fig. 27), which were taken from the eastern basin (BL-1B, water depth 24 m) and from the western basin (BL-15B, 29.6 m) of Lake Bled and from a water depth of 35 m of Lake Bohinj, confirm the findings described above. Within the upper part of the sedimentary sequence of the eastern basin of Lake Bled, we can note a distinct increase of the concentrations of zinc, lead and cadmium. Compared to the "background" data, presented by the respective metal values from the lower parts of the core profiles (approximately 150 ppm for zinc, 15 ppm for lead and 0.8 ppm for cadmium), there is a maximum enrichment in the surface sediment layers of the eastern part of Lake Bled by factors of 3.5 for zinc, 4 for cadmium and 10 for lead. In the western basin of Lake Bled, the surface enrichment is much lower for these metals, ranging between 2 for zinc and cadmium and 3 for lead. It seems quite probable from the core data that the enrichment of zinc, cadmium and lead in the surface sediments is due to the increased input of wastes from human activities. Similar effects can also be evaluated from the sediment core taken in the central part of Lake Bohinj. Significant enrichment in the surface sediment layers occurs: for copper, with concentrations up to 110 ppm (background 55 ppm) and zinc (420 ppm — 200 ppm). In contrast to the findings from Lake Bled, there is no characteristic increase of the cadmium concentrations within the upper portion of the core profile from Lake Bohinj. Decreasing values of chromium, nickel, and to a lesser extent, iron and potassium concentrations are found in the upper layers of the sediments in the middle of the lake; since there is a simultaneous increase of the calcium concentration, we conclude that the depletion of Cr, Ni, Fe and K is due to the dilution effect by higher carbonate contents in the near-surface sediments.

BLEJSKO JEZERO - 1B



BLEJSKO JEZERO - 15B



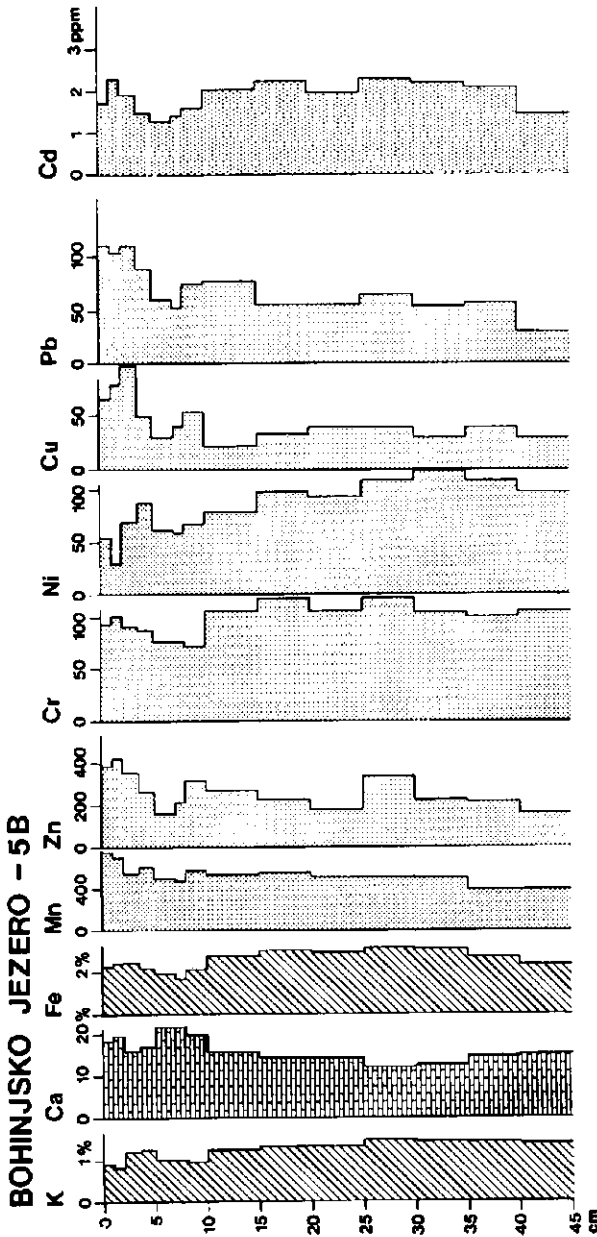


Fig. 27. Vertical distribution of major and trace metals in the clay-sized fractions of sediment cores from Lakes Bled and Bohinj (for location see figs. 2. and 3.)

7.33. Inter-element relations

Further insight into the factors influencing the distribution of major and trace metals could be expected from a statistical evaluation of the analytical data. Tables 20 and 21 indicate the correlation coefficients from linear regression analysis of possible element pairs for 28 samples from Lake Bohinj and 54 samples from Lake Bled. Values of more than 95 % significance are simply underlined; "r"-coefficients of > 99 % significance show double underlining.

L a k e B o h i n j. With respect to the last-mentioned effect of depletion of Cr, Ni, Fe and K and simultaneous increase of calcium concentrations in the core profile from Lake Bohinj, the calculation of the "r" coefficients seems to confirm our interpretation of carbonate dilution: there is a significant negative correlation between calcium on the one side and the metals lithium, potassium, iron, chromium, nickel and cadmium on the other. The latter elements form a first group of metals, which are positively interrelated, each to one other, with a probability > 95 %. Particularly high correspondence of the pairs K-Ni, Li-Fe, K-Cr and Li-Cr point to a common source of these metals from basic rocks; the presence of potassium and lithium in the strongly associated element pairs suggests that clay minerals might be the dominant carriers of elements, such as chromium, nickel, iron and cadmium into the sediment of Lake Bohinj. A second group of metals is formed by the elements zinc, copper and lead, which are correlated at more than 98 % significance. Although a common source of these elements from Zn-Pb-Cu mineralizations cannot be excluded, it seems more likely from their distinctly simultaneous enrichment in the upper part of the core profiles, that these three metals originate from increased anthropogenic inputs into the lake.

L a k e B l e d. Significant dilution effects by carbonate components are restricted to the elements lithium, potassium and iron. The copper contents of pelitic sediments from Lake Bled are related both to the group of lithogenic elements, such as magnesium, iron, chromium and nickel, and surface-enriched elements such as cadmium, lead and zinc, which are positively interrelated with a particularly high degree of significance (> 99.9 %).

Enrichment of the latter elements is considered to be predominantly induced by human-activities. Particularly heavy anthropogenic enrichment of Cd, Zn, Pb and Cu has been found by U. Förstner & G. Müller (1973) in sediment from the lower Rhine, by A. L. W. Kemp et al. (1976) from sedimentary core investigation in Lake Erie and by L. Håkanson (1977) from metal studies in the four largest Swedish lakes. This group of metals fully coincides with the frequency sequence of trace elements emitted in the atmosphere from burning fossil fuels (H. Erlenkeuser et al., 1974), which subsequently forms a characteristic "coal-residue-assemblage" in aquatic sediments (E. Suess, 1977).

It has already been shown by H. Hellmann (1972) that elevated zinc and lead contents are indicators of increased input of sewage. After a review of lacustrine sediment studies from highly industrialized regions, it was suggested by U. Förstner (1976) that a moderate increase of the above-mentioned combination of heavy metals (Cd, Zn, Pb, Cu and Hg) is typical for mixed sewage inputs from urban sources.

7.4. Human effects on the metal composition of sediments from Lake Bled

The distribution of the last-considered elements zinc, lead and cadmium in top layer samples from Lake Bled is shown in fig. 28. The dotted caption on the bottom part of each graph depicts the probable background values, as represented by the minimum metal contents in the deeper parts (15—25 cm) of the core profile BL-1B from the eastern basin of Lake Bled; dashed lines indicate metal concentrations of the subsurface samples from 5—10 cm depth and the solid lines show the actual levels of zinc, lead and cadmium in the pelitic fractions of the surface sediments of 0—3 cm.

According to the present graph, a major source of enriched concentrations of zinc and lead must exist at the eastern shore of the lake. Typical increases of lead and zinc strongly point to the influence of sewage, which is most probably derived from the community of Bled. In contrast to that, the distribution patterns of cadmium values do not indicate a very distinct influence from the shore, and seem to be rather more affected by diffuse sources, such as characterized by atmospheric emissions. Another explanation for the distribution of cadmium could lie in the lithogenic influences from the north-western inflow to the lake, since the subsurface samples (5—10 cm) show a distinct decrease in cadmium between that point and the eastern shore. Finally, it cannot be excluded that soluble waste materials containing elevated cadmium concentrations are dispersed in the lake water and are partly coprecipitated with carbonate minerals.

7.5. Metal contents associated with the lake carbonate sediments

Sediment analyses are not only useful when evaluating local sources of pollution and selecting critical sites for routine water sampling, they can also reveal the fate of contaminants under varying environmental conditions. In connection with the problems rising from the disposal of contaminated dredge material, methods of sediment partitioning have been developed. The most advanced techniques presently include the successive extraction of the metal contents in interstitial water and of ion exchangeable, easily reducible, organic and residual sediment fractions (e. g. R. E. Engler et al., 1974).

Here we are concerned mainly with the effects of carbonate associations of trace metals, since the sediments of both Lake Bled and Lake Bohinj predominantly consist of carbonate minerals. Table 22 gives the data of carbonate-associated metal contents from Lake Bled and — for comparison — of other lakes; examples from Central and Southeastern Europe, are analyzed after selective extraction, using strongly acid cation exchange resin (R. Deurer et al., 1978). By comparing the total carbonate percentage (in table 22 increasing from top to bottom) with the corresponding carbonate-associated metal content (given as percent from the total metal concentration), it is possible to deduce the effects of either enrichment or depletion caused by the carbonate component. If the metal content associated with carbonate is lower than the total carbonate, a dilution effect results, even when — as in the case of the result for iron — the metal content increases along with the carbonate percentage of the sample. It appears that the carbonate fraction is generally capable of bonding only up to 1/3 to 1/5 of the iron associated with the other sediment

BLEJSKO JEZERO

0 500 1000m

BLED

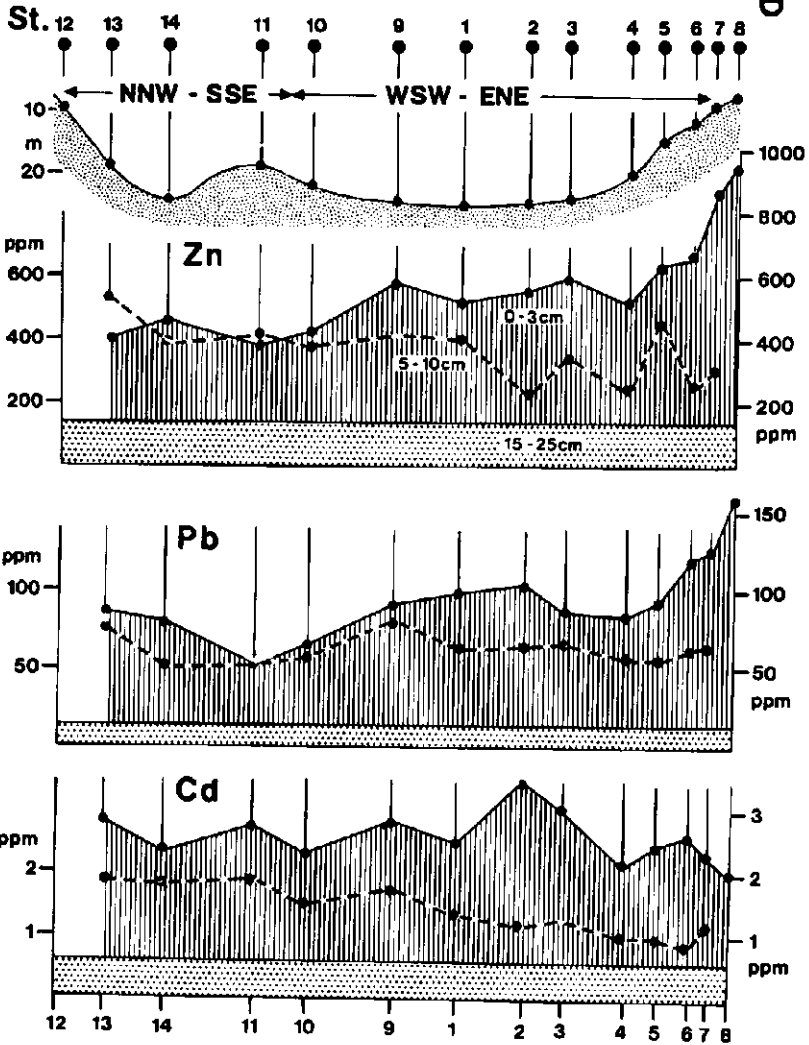


Fig. 28. Concentrations of zinc, lead and cadmium in the clay-sized fractions of sediment samples from Lake Bled (top layer 0—3 cms and subsurface 5—10 cms)
The dotted areas represent the geochemical background of the elements, as determined from the deeper layers of core 1B

Table 16. Metal data of pelitic sediment samples from core profiles of Lakes Bled and Bohinj

BLEJSKO JEZERO - 1B

cm	Li	Na	K	Mg	Ca	Sr	Fe	Mn	Zn	Cr	Ni	Cu	Pb	Cd
0.5 - 1.5	16	0.24	0.52	0.49	9.2	160	0.74	140	480	30	14	40	135	2.08
1.5 - 3	16	0.22	0.52	0.56	7.8	160	0.74	90	510	36	14	40	117	2.80
3 - 5	16	0.26	0.42	0.62	10.6	160	0.60	120	504	20	14	40	151	3.24
5 - 7	32	0.44	0.98	1.14	16.6	160	1.08	190	280	38	24	40	60	1.18
7 - 10	24	0.42	0.66	0.88	18.8	160	0.74	190	238	36	14	30	58	1.09
10 - 15	32	0.30	0.98	0.84	9.6	160	0.90	158	160	36	20	30	24	1.09
15 - 20	32	0.26	0.94	0.69	6.2	100	0.90	100	180	58	22	30	14	0.85
20 - 25	32	0.24	0.86	0.65	5.9	100	0.90	100	192	40	22	30	20	0.85

BLEJSKO JEZERO - 15B

cm	Li	Na	K	Mg	Ca	Sr	Fe	Mn	Zn	Cr	Ni	Cu	Pb	Cd
0 - 0.5	20	0.76	0.40	0.71	18.0	200	0.60	250	230	20	16	20	41	0.73
0.5 - 1	13	0.43	1.44	1.68	16.8	132	0.53	158	216	21	16	21	37	1.05
1 - 2	20	0.51	0.65	0.86	16.4	125	0.63	150	248	25	19	20	37	1.18
2 - 3	16	0.44	0.50	0.89	16.6	160	0.56	158	240	22	14	30	43	1.38
3 - 4	13	0.46	0.32	0.74	18.9	250	0.38	163	330	20	8	38	45	1.14
4 - 5	13	0.40	0.30	0.77	20.5	132	0.39	171	242	11	12	39	36	0.79
5 - 6	20	0.48	0.61	1.02	18.2	160	0.67	216	350	22	20	40	32	0.93
6 - 7	16	0.46	0.44	0.84	19.4	160	0.48	200	198	36	14	30	26	1.00
7 - 8	16	0.46	0.46	0.84	19.4	160	0.43	224	322	30	26	30	28	1.05
8 - 9	20	0.48	0.66	0.92	19.1	200	0.60	240	336	30	16	40	30	1.10
9 - 10	32	0.54	1.01	1.08	18.0	160	0.90	240	380	36	20	40	30	1.01
10 - 15	20	0.46	0.67	0.88	17.4	160	0.80	200	220	30	20	30	23	1.38
15 - 20	24	0.42	0.82	0.93	14.6	160	0.88	216	140	36	20	16	19	1.00
20 - 25	40	0.41	1.38	1.02	8.0	160	1.40	200	164	40	26	30	21	0.91
25 - 30	36	0.41	1.36	1.02	8.8	160	1.27	190	160	40	22	30	13	0.73
30 - 35	44	0.46	1.67	1.18	8.2	160	1.58	200	140	40	32	30	17	0.73
35 - 40	44	0.46	1.76	1.20	8.2	200	1.58	190	144	22	35	40	15	0.71
40 - 45	36	0.42	1.18	0.96	9.2	160	1.05	140	262	22	22	30	13	0.63

BOHINJSKO JEZERO - 5B

cm	Li	Na	K	Mg	Ca	Sr	Fe	Mn	Zn	Cr	Ni	Cu	Pb	Cd
0 - 1	42	0.63	0.88	2.17	18.5	208	2.24	750	383	92	57	67	112	1.71
1 - 2	50	0.50	0.80	2.10	20.0	250	2.40	700	420	100	30	80	107	2.30
2 - 3.5	50	0.46	1.20	2.32	16.0	125	2.45	540	345	90	70	100	112	1.90
3.5 - 5	40	0.55	1.26	2.48	17.3	166	2.15	606	260	87	88	50	90	1.47
5 - 7	32	0.52	1.00	2.04	21.8	160	1.92	496	160	76	62	30	61	1.27
7 - 8	32	0.58	1.00	1.91	21.8	160	1.67	476	208	76	59	40	52	1.34
8 - 10	36	0.66	0.95	2.38	20.1	89	2.11	589	321	71	68	54	75	1.58
10 - 15	42	0.53	1.23	2.20	15.7	132	2.84	573	263	105	80	21	78	2.03
15 - 20	43	0.48	1.32	1.99	14.5	174	3.06	584	228	119	99	33	55	2.22
20 - 25	40	0.54	1.32	2.12	14.6	100	2.94	564	180	104	94	40	56	1.94
25 - 30	44	0.56	1.47	2.20	12.2	100	3.18	564	340	120	110	40	66	2.27
30 - 35	52	0.50	1.44	2.38	12.8	160	3.12	552	224	104	120	30	54	2.16
35 - 40	44	0.54	1.41	2.18	14.8	160	2.72	390	220	100	110	40	58	2.05
40 - 45	40	0.59	1.38	2.12	15.6	160	2.32	390	164	104	98	30	30	1.41

Na, K, Mg, Ca and Fe in percent dry weight; Li, Sr, Mn, Zn, Cr, Ni, Cu, Pb, Cd in ppm

Table 17. Metal data of surface (a: 0—3 cms) and subsurface (b: 5—10 cms). Sediment samples of pelitic fractions from Lake Bled

BLEJSKO JEZERO														
Nr.	Li ppm	Na %	K %	Mg %	Ca %	Sr ppm	Fe %	Mn ppm	Zn ppm	Cr ppm	Ni ppm	Cu ppm	Pb ppm	Cd ppm
1a	25	0.23	0.36	0.60	8.5	125	0.85	160	520	40	19	40	99	2.50
1b	20	0.41	0.76	1.04	16.4	160	0.88	224	408	36	25	40	62	1.34
2a	20	0.20	0.53	0.65	7.1	50	0.80	158	560	30	25	40	104	3.53
2b	20	0.41	0.76	1.07	16.8	100	0.76	224	220	36	22	40	64	1.16
3a	20	0.28	0.36	0.87	10.5	125	0.62	175	600	20	17	50	86	3.04
3b	20	0.42	0.76	1.07	17.4	160	0.76	240	348	36	22	40	66	1.30
4a	17	0.30	0.43	0.93	11.8	266	0.72	200	516	27	13	50	82	2.13
4b	24	0.46	0.76	1.14	18.5	200	0.80	200	230	30	22	30	57	1.00
5a	27	0.37	0.63	1.27	12.5	266	1.27	200	646	37	27	67	93	2.48
5b	40	0.46	1.50	1.56	13.4	160	1.96	264	472	38	51	60	56	1.00
6a	20	0.30	0.69	1.20	10.8	160	1.31	140	664	30	22	40	120	2.64
6b	64	0.56	2.20	1.68	11.0	160	3.06	660	238	90	108	60	64	0.86
7a	35	0.56	0.58	1.85	15.8	250	1.21	200	860	79	32	57	127	2.28
7b	25	0.46	0.58	1.55	22.5	400	0.68	190	310	60	10	40	65	1.28
8	40	0.60	1.05	1.20	16.0	400	1.68	225	970	75	36	75	160	2.03
9a	16	0.29	0.48	0.65	9.6	160	0.74	158	592	36	22	40	92	2.82
9b	20	0.29	0.59	0.88	13.6	160	0.76	224	416	36	20	40	81	1.77
10a	20	0.30	0.32	0.82	16.7	200	0.50	225	425	28	13	38	65	2.30
10b	20	0.41	0.67	0.99	17.4	160	0.70	224	376	36	22	40	58	1.49
11a	13	0.34	0.35	0.95	13.7	200	0.56	163	388	25	13	38	53	2.70
11b	20	0.43	0.69	1.10	16.6	160	0.76	180	416	36	21	60	54	1.85
12a	40	0.55	1.20	1.68	15.0	400	1.25	250	450	55	26	75	58	1.15
13a	24	0.33	0.76	1.04	9.6	200	1.40	158	400	36	26	40	86	2.80
13b	24	0.34	0.78	1.09	13.4	160	1.31	240	540	36	26	60	77	1.85
14a	20	0.27	0.76	0.88	9.0	160	1.08	158	464	38	24	40	80	2.32
14b	32	0.38	0.87	1.12	15.1	160	0.90	224	388	40	28	40	50	1.77
15a	24	0.30	0.86	1.07	8.4	160	1.14	140	430	36	21	40	71	2.43
15b	24	0.38	0.83	1.08	15.1	160	0.94	200	320	39	24	40	53	1.63

components. In the case of manganese concentrations, it was found that most of the investigated samples revealed an enrichment by carbonate. An exception was the sample from Lake Bled, where the relative low values of manganese might be explained in terms of diagenetic effects. The zinc values associated with carbonate seem to be relatively independent of the total carbonate percentage. Low values in lakes of high salinities can possibly be accounted for by the formation of soluble zinc-chloro-complexes, which influence the distribution coefficients of zinc during co-precipitation with calcite (K. H. Wedepohl, 1972). In the samples from Lake Bled and Lake Ohrid (U. Förstner,

Table 18. Metal data of surface (a: 0—3 cms) and subsurface (b: 5—10 cms) samples of pelitic fractions from Lake Bohinj

BOHINJSKO JEZERO														
Nr.	Li ppm	Na %	K %	Mg %	Ca %	Sr ppm	Fe %	Mn ppm	Zn ppm	Cr ppm	Ni ppm	Cu ppm	Pb ppm	Cd ppm
1	32	0.48	0.91	1.76	16.8	100	1.18	158	140	76	64	30	51	2.21
2a	40	0.55	1.15	2.12	16.9	167	2.56	1665	233	67	85	50	73	2.81
2b	24	0.37	0.78	1.08	16.8	200	0.84	180	242	36	30	40	57	1.54
3a	50	0.50	1.10	2.09	17.4	400	2.50	1090	340	90	83	40	94	1.70
3b	20	0.33	0.66	1.07	18.0	160	0.74	224	208	22	24	80	49	1.08
4a	60	0.42	1.64	1.61	9.0	160	6.10	2100	238	110	112	40	108	2.25
4b	70	0.44	2.16	1.56	5.7	100	4.52	630	292	136	178	60	47	2.48
5a	40	0.50	0.72	2.37	19.2	125	2.25	950	450	55	61	75	100	2.45
5b	32	0.52	1.10	1.84	22.8	160	1.68	476	156	68	68	30	38	1.30
6a	31	0.63	0.78	2.40	21.2	193	1.93	1694	347	58	49	58	87	1.66
6b	40	0.49	1.07	2.09	20.3	167	2.18	633	186	67	65	50	65	1.80
7	40	0.55	0.73	1.90	21.0	250	1.58	166	280	55	66	40	49	2.15
8	25	0.53	0.74	1.46	23.5	200	1.00	125	275	45	36	20	33	1.63

1977 b) concentrations of zinc correspond to the percentages of carbonate, i. e. neither dilution nor enrichment by carbonates takes place; in Lake Constance, the zinc contents are characteristically enriched through the carbonate sediment fraction, and partly by authigenic co-precipitation processes. The copper values reveal no systematic trend; the carbonate-associated copper percentages lie between 2% (Lake Bled) and 10% (Lake Constance), indicating that a dilution of copper is brought about, in all studied cases, by the presence of carbonate. Since chromium reveals no association with carbonate, it could be expected that the dilution effect should be even more pronounced than in the case of copper.

The chemical associations of heavy metals in sediments of Lake Bled have been listed in table 23 (from data of G. Sch moll, Heidelberg). It is evident that a large portion of the contents of nickel and chromium, and to a lesser degree of copper and iron are fixed in relatively inert positions to organic and inorganic detritus. The latter fractions are assumed to consist mainly of resistant heavy minerals, such as silicates and oxides. A considerable amount of nickel, chromium, copper and manganese is associated with hydrous oxides, although the major carrier, the hydrous oxides of iron, contributes only 0.02% to the total sediment composition. As it has been shown from other examples of lake sediments (G. Sch moll, 1977), the oxyhydrate phases — either as direct precipitates or as co-precipitates with hydrous Fe/Mn oxides — effectively accumulate certain trace elements from the aquatic environment. Enrichment of metals in humic substances seems to be particularly important for iron and zinc; for the latter metal example the contribution from sewage effluents must be taken into account.

Table 19. Mean values, standard deviation and variation coefficients of the metal data from pelitic fractions of the samples from Lakes Bled and Bohinj

BLEJSKO JEZERO (n=64)

	Mean values	Standard deviation	Variation coefficient
Li	25,1	± 10 ppm	40
Na	0,40	± 0,11 %	28
K	0,77	± 0,39 %	51
Mg	0,99	± 0,29 %	29
Ca	13,75	± 4,34 %	32
Sr	177	± 67 ppm	37
Fe	0,94	± 0,61 %	48
Mn	196	± 76 ppm	39
Zn	371	± 178 ppm	48
Cr	35,9	± 14,1 ppm	39
Ni	22,9	± 13,9 ppm	60
Cu	40,6	± 13,7 ppm	34
Pb	60,5	± 36,2 ppm	60
Cd	1,57	± 0,81 ppm	51

BOHINJSKO JEZERO (n=28)

	Mean values	Standard deviation	Variation coefficient
Li	40,4	± 10,5 ppm	26
Na	0,51	± 0,07 %	14
K	1,12	± 0,33 %	30
Mg	2,01	± 0,37 %	18
Ca	17,22	± 4,07 %	24
Sr	168	± 61 ppm	37
Fe	2,38	± 1,08 %	45
Mn	635	± 486 ppm	77
Zn	265	± 81 ppm	31
Cr	83,2	± 26,9 ppm	32
Ni	77,1	± 32,6 ppm	42
Cu	47,1	± 19,2 ppm	41
Pb	68,5	± 24,1 ppm	35
Cd	1,88	± 0,42 ppm	23

Table 20. Correlation matrix for the metal contents in the pelitic fraction of sediments from Lake Bohinj
BOHINJSKO JEZERO (n = 28)

	Li	Na	K	Mg	Ca	Sr	Fe	Mn	Zn	Cr	Ni	Cu	Pb	Cd
Li	x	<u>-0.045</u>	<u>0.771</u>	<u>0.293</u>	<u>-0.729</u>	0.008	<u>0.859</u>	<u>0.365</u>	0.288	<u>0.803</u>	<u>0.775</u>	0.167	<u>0.368</u>	<u>0.612</u>
Na	-0.045	x	-0.098	<u>0.649</u>	0.354	-0.016	-0.070	0.153	0.152	0.120	-0.001	-0.174	0.091	-0.062
K	<u>0.771</u>	-0.098	x	0.114	<u>-0.846</u>	-0.322	<u>0.806</u>	0.174	-0.198	<u>0.830</u>	<u>0.946</u>	-0.179	-0.088	<u>0.367</u>
Mg	0.293	<u>0.649</u>	0.114	x	0.079	-0.075	0.191	0.249	0.336	<u>0.392</u>	0.235	0.110	<u>0.419</u>	<u>0.218</u>
Ca	<u>-0.729</u>	0.354	<u>-0.846</u>	0.079	x	0.302	<u>-0.776</u>	-0.198	0.028	<u>-0.697</u>	<u>-0.807</u>	-0.010	-0.068	<u>-0.515</u>
Sr	0.008	-0.016	-0.322	-0.075	0.302	x	-0.167	0.132	0.248	-0.179	-0.289	-0.031	0.207	-0.138
Fe	<u>0.859</u>	-0.070	<u>0.806</u>	0.191	<u>-0.776</u>	-0.167	x	<u>0.550</u>	0.110	<u>0.768</u>	<u>0.766</u>	-0.015	0.328	<u>0.537</u>
Mn	<u>0.365</u>	0.153	0.174	0.249	-0.198	0.132	<u>0.550</u>	x	0.281	0.108	0.158	0.191	<u>0.590</u>	0.318
Zn	0.288	0.152	-0.198	0.336	0.028	0.248	0.110	0.281	x	0.054	-0.123	<u>0.602</u>	<u>0.687</u>	0.324
Cr	<u>0.803</u>	0.120	<u>0.830</u>	<u>0.392</u>	<u>-0.697</u>	-0.179	<u>0.768</u>	0.108	0.054	x	<u>0.802</u>	-0.132	0.140	<u>0.441</u>
Ni	<u>0.775</u>	-0.001	<u>0.946</u>	0.235	<u>-0.807</u>	-0.289	<u>0.766</u>	0.158	-0.123	<u>0.802</u>	x	-0.211	-0.120	<u>0.470</u>
Cu	0.167	-0.174	-0.179	0.110	-0.010	-0.031	-0.015	0.191	<u>0.602</u>	-0.132	-0.211	x	<u>0.595</u>	0.092
Pb	0.368	0.091	-0.088	<u>0.419</u>	-0.068	0.207	0.328	<u>0.590</u>	<u>0.687</u>	0.140	-0.120	<u>0.595</u>	x	0.251
Cd	<u>0.612</u>	-0.062	<u>0.367</u>	0.218	<u>-0.515</u>	-0.138	<u>0.537</u>	0.318	0.324	<u>0.441</u>	<u>0.470</u>	0.092		x

Once underlined > 95 % probability; doubly underlined > 99 % probability

Table 21. Correlation matrix for the metal contents in the pelitic fraction of sediments from Lake Bled

BLEJSKO JEZERO (n = 54)

	Li	Na	K	Mg	Ca	Sr	Fe	Mn	Zn	Cr	Ni	Cu	Pb	Cd
Li	x	<u>0.331</u>	<u>0.916</u>	<u>0.627</u>	<u>-0.327</u>	0.194	<u>0.868</u>	<u>0.547</u>	-0.094	<u>0.667</u>	<u>0.768</u>	0.251	-0.167	<u>-0.358</u>
Na	<u>0.331</u>	x	<u>0.290</u>	<u>0.511</u>	<u>0.604</u>	<u>0.426</u>	0.209	<u>0.495</u>	-0.151	0.218	0.276	-0.019	<u>-0.294</u>	<u>-0.502</u>
K	<u>0.916</u>	<u>0.290</u>	x	<u>0.548</u>	<u>-0.345</u>	0.049	<u>0.859</u>	<u>0.519</u>	-0.277	<u>0.488</u>	<u>0.751</u>	0.147	<u>-0.298</u>	<u>-0.402</u>
Mg	<u>0.627</u>	<u>0.511</u>	<u>0.548</u>	x	0.212	<u>0.526</u>	<u>0.632</u>	<u>0.541</u>	0.190	<u>0.593</u>	<u>0.560</u>	<u>0.439</u>	0.023	-0.124
Ca	<u>-0.327</u>	<u>0.604</u>	<u>-0.345</u>	0.212	x	<u>0.324</u>	<u>-0.392</u>	0.229	-0.085	-0.131	-0.208	-0.091	-0.158	-0.248
Sr	0.154	<u>0.426</u>	0.049	<u>0.526</u>	<u>0.324</u>	x	0.148	0.142	<u>0.359</u>	<u>0.354</u>	<u>-0.004</u>	<u>0.462</u>	0.248	0.039
Fe	<u>0.868</u>	0.209	<u>0.859</u>	<u>0.632</u>	<u>-0.392</u>	0.148	x	<u>0.617</u>	0.110	<u>0.659</u>	<u>0.887</u>	<u>0.404</u>	0.093	-0.114
Mn	<u>0.547</u>	<u>0.495</u>	<u>0.519</u>	<u>0.541</u>	0.229	0.142	0.617	x	-0.068	<u>0.505</u>	<u>0.818</u>	0.235	-0.075	-0.239
Zn	-0.094	-0.159	-0.277	0.190	-0.085	<u>0.359</u>	0.110	-0.068	x	<u>0.304</u>	0.035	<u>0.680</u>	<u>0.849</u>	<u>0.654</u>
Cr	<u>0.667</u>	0.218	<u>0.488</u>	<u>0.593</u>	-0.131	<u>0.354</u>	<u>0.659</u>	<u>0.505</u>	<u>0.304</u>	x	<u>0.654</u>	<u>0.457</u>	0.280	-0.032
Ni	<u>0.768</u>	0.276	<u>0.751</u>	<u>0.560</u>	-0.208	-0.004	<u>0.887</u>	<u>0.818</u>	0.035	<u>0.654</u>	x	<u>0.331</u>	0.030	-0.151
Cu	0.251	-0.019	0.147	<u>0.439</u>	-0.091	<u>0.462</u>	<u>0.404</u>	0.239	<u>0.680</u>	<u>0.547</u>	<u>0.331</u>	x	<u>0.571</u>	<u>0.367</u>
Pb	-0.167	<u>-0.294</u>	<u>-0.298</u>	0.023	-0.158	0.248	0.093	-0.075	<u>0.849</u>	0.280	0.030	<u>0.571</u>	x	<u>0.625</u>
Cd	<u>-0.358</u>	<u>-0.502</u>	<u>-0.402</u>	-0.124	-0.248	0.039	-0.114	-0.235	<u>0.654</u>	-0.032	-0.151	<u>0.367</u>	<u>0.695</u>	x

Once underlined > 95 % probability; doubly underlined > 99 % probability

Table 22. Carbonate-associated heavy metals in Lake Bled and other lakes; examples from Europe (Cc: calcite; MgC: high-magnesium calcite; Dol: dolomite). From R. Deurer et al. (1978)

	carbonate (%)	carbonate species (%)			Fe Mn Zn Cu Cr in carbonate association percent of total metal phases				
		Cc	MgC	Dol					
Lake Constance	28	20	-	8	7	62	43	10	0
Neusiedler See	37	-	12	25	10	34	15	4	0
Lake Ohrid	44	44	-	-	10	55	43	8	<1
Lake Balaton	55	-	41	14	20	68	13	5	0
Lake Bled	72	70	-	2	26	46	67	12	0

Table 23. Metal concentrations (Fe in %, other metals in ppm) and percentages of metal associations (*organic and inorganic residues + sulfides) in a sediment sample from the central part of the eastern basin of Lake Bled (data from G. Schöll, 1977)

Metal	Total metal conc.	Sorption + H ₂ O-soluble conc.		Humic Substances conc.		Hydrous oxides conc.		Carbonate fraction conc.		Residual* fraction conc.	
		conc.	%	conc.	%	conc.	%	conc.	%	conc.	%
Fe	2.54 %	0.4 %	<u>16</u>	0.5 %	<u>20</u>	0.13 %	<u>5</u>	0.67 %	<u>26</u>	0.84 %	<u>33</u>
Mn	176 ppm	22 ppm	<u>12</u>	6.5 ppm	<u>4</u>	40 ppm	<u>23</u>	80 ppm	<u>46</u>	27 ppm	<u>15</u>
Zn	162	6.0	<u>4</u>	17.8	<u>11</u>	2	<u>1</u>	108	<u>67</u>	30	<u>18</u>
Cu	17.4	4.0	<u>23</u>	0.4	<u>2</u>	4.0	<u>23</u>	2.0	<u>12</u>	7.0	<u>40</u>
Cr	11.0	0.8	<u>7</u>	0.4	<u>3</u>	2.3	<u>21</u>	0	<u>0</u>	6.6	<u>69</u>
Ni	6.0	0.2	<u>3</u>	0.2	<u>3</u>	2.0	<u>33</u>	0.2	<u>3</u>	4.0	<u>67</u>
Composition of the sample:		4.7 % org. subst.				0.02 % FeOOH		72 % carbonate residues		23 %	

8. Summary and conclusions

The sedimentological and environmental conditions of the Alpine border lakes of Bled and Bohinj presented here are part of a general program on Recent fluvial and lacustrine sediments of Slovenia. This program was started in 1975, and problems of the Sava-river pollution and the Moste-dam have been studied since.

This time a working group was engaged to sample the lake sediments and to examine them from the mineralogical and geochemical points of view. 15 grab samples and two core profiles (25—45 cm in depth) were taken from Lake Bled, and 8 grab samples and one core from Lake Bohinj. A brief geological and palynological survey of the surroundings of the lakes was carried out to delineate the origin of the sedimentary material and its pollen contents. The Bled sediment abounds in sewage and the lake water is characterized by dissolved plant nutrients and by the seasonal deficiency of oxygen in its hypolimnion. Thereby it becomes eutrophic. To overcome this disturbance of the natural conditions a pipeline has been constructed to convey water of the Radovna river into Lake Bled. Lake Bohinj, however, owes its biological equilibrium to a natural through-flowing stream. The results of the Lake Bohinj sediments are therefore particularly helpful as natural background data for pollution problems in Slovenia. Lake Bohinj should be noted, namely, for its rather high iron, manganese, chromium and nickel contents. Their origin has not been explained as yet.

In the Lake Bled sediment calcareous silt and clay prevail associated with dolomite and organic admixture. The upper most 10 cms shows a laminated structure due to the alternation of inorganic and organic matter. Total carbonate contents of 56 samples are in the range of 55—79%, and are essentially the same in grab samples and core samples. Calcite prevails but dolomite may occasionally amount up to 38% of the carbonate fraction. The noncarbonates appear to be mostly diatoms, besides some quartz and traces of feldspar and clay minerals. Near surface sediments from all parts of Lake Bled exhibit an apparent odor from the decay of abundant waste matter from sewers.

In the Lake Bohinj sediment total carbonate content ranges from 53 to 91 percent. Calcareous silt is indeed the prevalent constituent but dolomite content is higher compared to Lake Bled; it amounts locally to 69%. Dolomite is clearly detrital and is transported to the lake by its affluents whereas a small amount of the low magnesium calcite may also be autochthonous, particularly in the very shallow southern part. The non-carbonate sediments are essentially similar to the Lake Bled sediment, including also very well preserved diatoms. The content of organic substances within Lake Bohinj is much lower than within Lake Bled.

Since both lakes are shallow (maximum depth about 40 m) and their surroundings consist essentially of Triassic carbonate rocks, most of the Recent carbonate sediments are supposed to be detrital. This is apparent for dolomite, but some calcite may also be autochthonous due to activity of plants.

In general the Lake Bled sediment is more fine grained in comparison to that of Lake Bohinj. Clayey matter tends to prevail in it, while silt is more widespread in Lake Bohinj. Sedimentation rates appear to be higher in Lake

Bohinj than in Lake Bled. The present study has revealed distinct human effects on the metal composition of the sediments from Lake Bled. A typical increase of lead, zinc and cadmium towards the youngermost layers strongly point to the influence of major inputs of sewage materials, which are most probably derived from the community of Bled. These effluents are considered to be responsible for the increased eutrophication during the last decades. Eutrophication seems to be delayed since fresh water is conveyed from Radovna river to the lake, although it is still continuing at a lower rate. With respect to these problems, further evidence should be gained from additional studies on the contents of nutrient elements, such as phosphorus, nitrogen, and organic carbon, as well as from the distribution patterns of contaminants other than heavy metals, e. g. synthetic organic substances.

Further studies of the mineralogical and geochemical aspects of the lake sediments should be based on a more closely-knit net of grab samples and on sediment cores. The latter would be particularly useful to elucidate the geological history of both lakes, e. g. by pollen chronology.

9. Acknowledgements

We are particularly indebted to the Research Council of Slovenia, Jesenice Iron and Steel Works, and Geological Survey Ljubljana for supporting this research project. The financial aid for metal analyses in the program "Geochemistry of Trace Substances in the Environment" was provided by the Deutsche Forschungsgemeinschaft.

We are obliged to the Boris Kidrič Chemical Institute Ljubljana for the aid given during the field work and the providing of presented limnological data, and to J. Podobnik for technical help and for the analyses of the lake waters. Thanks must be extended to A. Brezigar and to S. Zakrajšek for the assistance during the sediment sampling. The sieving analyses were carried out by Z. Germovšek, and the sedimentation analyses by V. Kogovšek.

Grateful thanks are to Professor Dr. G. Müller from Heidelberg University for kindly provided laboratory facilities.

The chemical analyses in chapter 7 of the lake sediments were conducted by I. Krüll from Heidelberg University. Data for the section on metal associations have been provided by R. Deurer and G. Schmoll. Chemical analyses of interstitial water were carried out by D. Reinhard, M. Gastner and H. Weiss (Heidelberg), helped with the scanning electron microscopy.

Our thanks for translation and improving the English version of the manuscript go to N. Klupsch (Swansea, presently Mannheim). For the translation of the Chapter 7 we are obliged to D. Godfrey. The writers are very grateful to N. Sosič (Ljubljana) for translating from Slovene into English.

10. References

- Allan, R. J., 1974, Metal contents of lake sediment cores from established mining areas: an interface of exploration and environmental geochemistry. *Geol. Surv. Canada Paper 74-1-B*, 43—59.
- Anderson, T. W. 1973, Historical evidence of land use in a pollen profile from Osoyoos Lake, British Columbia. *Geol. Surv. Canada Paper 73-1-A*, 178—180.
- Bonatti, E., Fisher, D. E., Joensuu, O. & Rydell, H. S. 1971, Post-depositional mobility of some transition elements, phosphorous, uranium and thorium in deep sea sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 35, 189—201.
- Deurer, R., Förstner, U. & Schmoll, G. 1978, Selective chemical extraction of carbonate-associated metals from recent lacustrine sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 42, 425—427.

- Duthie, H. C. & Sreenivasa, M. R. 1971, Evidence for the eutrophication of Lake Ontario from the sedimentary diatom succession. *Proc. 14 th Conf. Great Lakes Res.*, 1—13.
- Engler, R. M., Brannon, J. M. & Rose, 1974, A practical selective extraction procedure for sediment characterization. *Techn. Paper 168th Meeting ACS, Atlantic City*. 15 pp.
- Erlenkeuser, H., Suess, E. & Willkomm, H. 1974, Industrialization affects heavy metal and carbon isotope concentrations in recent Baltic Sea sediment. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 38, 823—842.
- Fabiani, R., Leonardi, P., Kossmat, F., Winkler, A. 1937, *Carta geologica delle tre Venezie—Tolmino*, 1 : 100 000; Firenze.
- Förstner, U. 1976, Lake sediments as indicators of heavy metal pollution. *Naturwiss.* 36, 465—470, Berlin.
- Förstner, U. 1977 a (in print), Metallgehalte in rezenten lakustren Sedimenten — natürliche background Werte und zivilisatorische Effekte. IHP-Publikation No. 2, Koblenz.
- Förstner, U. 1977 b, Metal concentrations in recent lacustrine sediment. *Arch. Hydrobiol.* 80, 172—191.
- Förstner, U. & Müller, G. 1973, Heavy metal accumulation in river sediments: a response to environmental pollution. *Geoforum* 14, 53—61.
- Förstner, U. & Müller, G. 1974, *Schwermetalle in Flüssen und Seen*. Springer Verlag, Berlin.
- Gradnik, R. 1946, Toplinski odnošaji v Blejskem in Bohinjskem jezeru. *Geograf. vestnik* 18, 94—125, Ljubljana.
- Grimšičar, A. 1955, Zapiski o geologiji Bleda (Notes on the geology of Bled). *Geologija* 3, 220—225, Ljubljana.
- Håkanson, L. 1977, Sediments as indicators of contamination — investigations on the four largest Swedish lakes. *Naturvardsverkets Limnologiska Undersökning Rapport* 92, 159 pp.
- Hellmann, H. 1972, Herkunft der Sinkstoffablagerungen in Gewässern. *Deutsche Gewässerkundl. Mitt.* 16, 137—141.
- Hutchinson, G. E. & Wollack, A. C. 1940, Studies on Connecticut lake sediments. II. Chemical analyses of a core from Linsley Pond. *Amer. J. Sci.* 238, 493—517, New Haven.
- Kemp, A. L. W., Anderson, T. W., Thomas, R. L. & Mudrochova, A. 1974, Sedimentation rates and recent sediment history of Lake Ontario, Erie and Huron. *J. Sediment Petrol.* 44, 207—218.
- Kemp, A. L. W., Thomas, R. L., Dell, C. I. & Jaquet, J. M. 1976, Cultural impact on the geochemistry of sediments in Lake Erie. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 33, 440—462.
- Kindle, E. M. 1932, Lacustrine concentrations of manganese. *Amer. J. Sci.* 24, 496—504, New Haven.
- Kuščer, D. 1955, Prispevek h glacialni geologiji radovljiške kotline (Beitrag zur Pleistozängeologie des Beckens von Radovljica). *Geologija* 3, 136—150, Ljubljana.
- Leshniowsky, W. O., Dugan, P. R., Pfister, R. M., Frea, J. I. & Randles, C. I. 1970, Adsorption of chlorinated hydrocarbon pesticides by microbial floc and lake sediment and its ecological implications. *Proc. 13 th Conf. Great Lakes Res.*, 611—618.
- Livingstone, A. & Boykin, J. C. 1962, Vertical distribution of phosphorus in Linsley Pond mud. *Limnol. Oceanogr.* 7, 57—66.
- Lloyd, R. M. 1954, A technique for separating clay minerals from limestones. *J. Sedim. Petrol.*, 24/3, 218, Menasha (Wisc).
- Mackenzie, F. T., Garrels, R. M., Bricker, O. P., and Bickley, F. 1967, Silica in sea water: Control by silica minerals: *Science*, 155, 1404—1405, Washington.

Mortimer, C. H. 1941, The exchange of dissolved substances between mud and water in lakes. *J. Ecol.* 29, 280—329.

Müller, G. 1966, Die Sedimentbildung im Bodensee. *Naturwiss.* 53, 237—247, Berlin.

Müller, G. & Gastner, M. 1971, The "Karbonat-Bombe", a simple device for the determination of the carbonate content in sediments, soils, and other materials. *N. Jb. Miner., Mh., J.* 1971/H.10, 466—469, Stuttgart.

Müller, G., Irion, G. & Förstner, U. 1972, Formation and Diagenesis of Inorganic Ca-Mg Carbonates in the Lacustrine Environment. *Naturwiss.* 59, 158—164, Berlin.

Murray, R. C. 1956, Recent sediments of three Wisconsin Lakes. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 67, 833, Burlington (Vermont).

Nipkow, H. F. 1920, Vorläufige Mitteilungen über Untersuchungen des Schlammabsetzes im Zürichsee. *Ztschr. Hydrol. (Aarau)*, 1—23.

Ohle, W. 1956, Die Seen als Opfer der Abwasserkalamität. *Ber. Abwassertechn. Ver.* 1956, 268—276.

Rejic, M. 1973, Radovi i efekti na sanaciji Bledskog jezera (A brief survey of reconditioning and sanating the Lake of Bled). *Vodoprivreda*, 5, 25, 1973, Beograd, 363—370.

Rossmann, R. & Callender, E. 1968, Manganese nodules in Lake Michigan. *Science* 162, 1123—1124, Washington.

Schöttle, M. 1969, Die Sedimente des Gnadensees. Ein Beitrag zur Sedimentbildung im Bodensee. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 35/3, 255—308, Stuttgart.

Schmoll, G., 1977, Untersuchungen über die Bindungsarten der Schwermetalle Eisen, Mangan, Zink, Kupfer, Chrom, Nickel und Kobalt in rezenten karbonatreichen Seesedimenten. Diplom-Arbeit am Institut für Sedimentforschung der Universität Heidelberg.

Solomon, A. M. & Kroener, D. F. 1971, Suburban replacement of rural land uses reflected in the pollen rain of northeastern New Jersey. *Bull. New Jersey Acad. Sci.* 16, 30—44.

Stockner, J. G. & Benson, W. W. 1967, The succession of diatom assemblages in the recent sediment of Lake Washington. *Limnol. Oceanogr.* 12, 513—532, Lawrence (Kans.).

Stoffers, P. 1975, Recent carbonate sedimentation in the lakes of Plitvice (Yug.). *N. Jb. Miner. Mh., J.* 1975, H. 9, 412—418, Stuttgart.

Suess, E. 1977, How can we distinguish between natural and anthropogenic materials in sediments and can we predict the effects of man's additions? — SCOR/UNESCO Workshop on the Biogeochemistry of Estuarine Sediment, Melreux, Nov. 29—Dec. 3, 1976 (in press).

Šercelj, A. 1970, Würmska vegetacija in klima v Sloveniji, *Razprave SAZU*, 13/7, Ljubljana, 211—249.

Šercelj, A. 1971, Postglacialni razvoj gorskih gozdov v severozahodni Jugoslaviji (Die postglaziale Entwicklung der Gebirgswälder im nordwestlichen Jugoslawien). *Razpr. 4. r. SAZU*, 14/9, Ljubljana.

Šercelj, A. 1975, Razvoj in zgodovina gozdov v škofjeloškem hribovju (Die Entwicklungsgeschichte der Wälder im Bergland von Škofja Loka). *Loški razgledi* 22, Ljubljana.

Štern, J. & Förstner, U. 1976, Heavy metals distribution in the sediment of the Sava Basin in Slovenia. *Geologija* 19, 259—274, Ljubljana.

Thomas, R. L. 1972, The distribution of mercury in the sediment of Lake Ontario. *Can. J. Earth Sci.* 9, 636—651.

Vetters, H. 1935, Manuskriptna geološka karta Radovljice (Radmansdorf) 1:75 000, (po podatkih F. Tellerja, F. F. Kossmata, F. Härtla in O. Ampfererja).

Vrhovšek, D. & Brezigar, A. 1976, Ocena naplavin, ki zasipavajo Blejsko jezero. *Naše okolje* 1, 5, 209—213, Ljubljana.

Vuorela, I. 1970, The indication of farming in pollen diagrams from southern Finland. *Acta Bot. Fennica*, 87, 1—140, Helsinki.

Wagner, G. 1972, Stratifikation der Sedimente und Sedimentationsrate im Bodensee. *Verh. Internat. Verein Limnol.* 18, 475—481.

Wedepohl, K. H. 1972, Solubilities of compound which control concentrations of zinc in natural water (I); adsorption processes (II). In: *Handbook of Geochemistry* (Ed. By K. H. Wedepohl), 33-H, 1—14, Springer Verlag, New York.

Whiteside, M. C. 1965, Paleocological studies of Potato Lake and its environment. *Ecology* 46, 807—821.

Zingg, Th. 1935, Beitrag zur Schotteranalyse, Schweiz. Min. u Petr. Mitt., Bd. 15, 39—140.

Züllig, H. 1956, Sedimente als Ausdruck des Zustandes eines Gewässers. *Schweiz. Ztschr. Hydrol.* 18, 7—143.

NOVE KNJIGE
BOOK REVIEW

Otto Prokop / Wolf Wimmer: **Wünschelrute, Erdstrahlen, Radiästhesie**, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1977, 188 str., 18 slik, 203 cit. lit., format 19 × 12 cm. Broširano DM 16,80.

Bajaničarstvo, radiesteziija, homeopatija, akupunktura in druge paraznanosti so ostanki preteklosti. Vera vanje je pri nekaterih ljudeh še močno zakoreninjena. Pa ne samo to! Njihova uporaba je povzročila in še povzroča tolikšno duhovno in materialno škodo, da ni prav nič odveč od bliže spoznati te »vede«. V tem smislu je napisana knjižica avtorjev O. Prokopa in W. Wimmerja. Prvi je zdravnik, drugi jurist. Že ta kombinacija kaže na »multidisciplinarno« naravo pojavov s področja parapsihologije in kriminalistike. Delo je predvsem zbirka materiala, na podlagi katerega si vsakdo lahko sam ustvari sodbo o bajanici, o zemeljskih žarkih in o radiesteziiji sploh. Za vse te vede obstaja v literaturi in praksi nenavadno veliko imen, izposojenih iz tehnike in fizike, ki skušajo vzbuditi vtis, da gre tu za moderne in predvsem znanstveno utemeljene metode in teorije. Avtorja obravnavata v tem delu v glavnem področje zdravstva in iskanja koristnih mineralov, vode, nafte in še zlasti več primerov zakopanih zakladov.

Znanost se za te paraznanosti ne zmeni dosti. Značilno zanje je, da jih strokovnjak kljub svojemu znanju ne razume in mu nikakor ni mogoče prodreti v njihovo bistvo. Namesto hudičev, zlih duhov, čarovnic in podobnih predstavnikov človeku sovražnega nevidnega sveta so iznašli geopatijo, astrologijo, kozmične vibracije, hiromantijo in sorodne vede, ki s svojimi področji občutljivosti, z geožarčenjem in drugimi nesmisli v duhu modernega časa kar dobro nadomestijo stare nosilce zla. Za vse te pojave je bajanica zelo nazoren in izredno občutljiv instrument. Radiestezisti ali ljudje, ki so občutljivi za žarčenje, so že znanim elektromagnetnim valovom dodali še vrsto drugih valov, ki jih pa lahko odkrije edino bajanica. Ti valovi imajo zanimivo lastnost, da jih današnja fizika kljub svoji opremljenosti in raziskovalnim metodam ne more dokazati, pač pa jih zelo občutijo nekateri laiki, ki jih umejo tudi koristno uporabiti.

Avtorja navajata vrsto raznih poizkusov, ki so imeli namen dokazati ali ovreči obstoj zemeljskih žarkov in uporabnost njihovih detektorjev-bajanice. Pri teh poizkusih so sodelovali tudi znani zdravniki, fiziki in geologi, in to kot pristaši ali kot neprizadeti raziskovalci. O tem je bilo veliko napisanega. Sklepi so bili ali nejasni ali pa so pokazali popolno nesmiselnost bajaničarstva. Krono bajaničarstva predstavlja ravno sledenje vode. Navedeno je nekaj uradnih statistik o »uspehih« slovitih bajaničarjev v Nemčiji. Za vrтанje njihovih negativnih vrtnin so bile potrošene ogromne vsote denarja.

Nadalje omenjata avtorja tudi tako imenovane aparate proti škodljivemu zemeljskemu žarčenju, ki povzroča razne bolezni, npr. raka. Tako so kriminalisti leta 1976 samo v ZR Nemčiji registrirali prek 60 raznih aparatov, ki jih

prodajajo lahkovernim ljudem. Značilno za te aparate je opozorilo, da izgubijo svojo moč, če se jih odpre. Njihova vsebina je vedno nesmiselna šara brez kakršnegakoli pomena. Za izdelovalca enega takega aparata so ugotovili čisti letni dohodek okoli 1 milijon DM.

Drugi del knjige obravnava stališče prava in njegove postopke proti radiestezistom, izganjalcem hudiča, astrologom, akupunkturistom, okultistom, psiho-kinetom, bajaničarjem in še celi vrsti podobnih čarodejev v ZR Nemčiji. Veliko deliktov, ki jih zagreše omenjeni »izvedenci« pa sploh ne pride v javnost ali pred sodišče. Osebe, ki so bile opeharjene, se boje, ali pa jih je sram priznanja. Avtorja opozarjata, da je v zadnjem desetletju v ZR Nemčiji močno naraslo zanimanje za nadnaravne sile. V raznih časopisih in revijah se pojavljajo oglasi za ustrezne usluge, ki jih lahko nudijo geobiologi, radiestezijski fiziki, gradbeni biologi ali geomedicinci. Isto velja tudi za raznovrstne zaščitne aparate proti raznim žarčenjem.

Knjiga nudi zanimivo in poučno branje, ki se sicer po svoji specifični problematiki nanaša predvsem na Nemčijo in Avstrijo, vendar se jo lahko prenese tudi v naše okolje. Seveda pa je treba na tem širokem področju ločiti prizadevanja, ki imajo namen znanstveno razložiti določene pojave te vrste, od posploševanja in čistih spekulacij.

Danilo Ravnik

UREDNIŠKA OBVESTILA EDITORIAL NOTICES

Sodelavcem GEOLOGIJE

Vsebina in obseg dela

GEOLOGIJA objavlja originalne razprave s področja geoloških in sorodnih ved ter poročila o geoloških raziskovanjih, kongresih, posvetovanjih in publikacijah. Rokopis naj ne bo daljši od 35 tipkanih strani ali 60 000 znakov. V to število se štejejo tudi slike. Osnova za preračunavanje slik v znake je 3500 znakov za celostransko sliko.

Prosimo vse sodelavce GEOLOGIJE, da skrbno izbirajo vsebino svojih člankov, posvete ustrezno pozornost kratkemu in jasnemu načinu izražanja, uporabi posameznih besednih vrst in strokovnih geoloških izrazov ter izdelavi ilustracij. Na ta način bo reviji zagotovljena primerna znanstvena raven in oblika.

Priprava rokopisa

Prispevki morajo biti pisani s strojem z dvojnimi presledkom in s 4 cm širokim levim robom. Pri pregledu svojih rokopisov naj avtorji zlasti pazijo na pravilno pisanje znanstvenih in lastnih imen, znakov, števil, formul in podobno. Osebna imena pri navajanju literature naj bodo podčrtana črtkano, imena fosilov (rod in vrsta) pa valovito. Tekst naj ne vsebuje neobičajnih okrajšav in nejasnih popravkov.

Tabele naj bodo napisane na pisalni stroj IBM tako, da jih bo možno kliširati.

Članki morajo biti pisani ali v domačih ali v tujih svetovnih jezikih. Članek v domačem jeziku mora imeti povzetek v tujem svetovnem jeziku v obsegu ene petine članka, prispevek v tujem jeziku pa naj ima kratek slovenski povzetek. Na začetku vsakega članka mora biti izvleček v obsegu 700 do 1000 tiskovnih znakov v enem od svetovnih jezikov.

Če želi avtor drugačne pogoje glede obsega in povzetka svojega članka, je to možno v sporazumu z uredništvom.

Navajanje literature

Literaturo navajajte po abecednem redu avtorjev in kronološko na naslednji način: priimek avtorja, začetna črka avtorjevega imena, letnica, naslov dela (pri periodičnih izdajah tudi naslov revije in zaporedna številka zvezka), založba in kraj, kjer je delo izšlo. V literaturo vključujte samo uporabljena dela, bibliografijo pa le v izjemnih primerih glede na vsebino in pomen razprave. V citatih med tekstom navedite začetno črko imena in priimek avtorja ter letnico, ko je delo izšlo, po potrebi tudi stran.

Ilustracije

Karte, profili, skice, diagrami in druge podobne slike morajo biti narisani na prosojnem matričnem papirju. Za fotografske, mikrografske in rentgenske slike je treba predložiti visokokontrastne originale na gladkem, svetlem papirju. Izjemoma imajo avtorji možnost objaviti tudi barvne slike. Na vsaki sliki mora biti ime avtorja in zaporedna številka slike. V glavnem naj bo slika pojasnilo teksta, zato mora biti med tekstom na ustreznem mestu navedena zaporedna številka slike. Napisi in legende k slikam naj bodo kratki, posebno še, ker morajo biti dvojezični.

Pri dosedanjih izdajah naše revije se je pokazalo, da avtorji pri slikah ne upoštevajo formata knjige, kar povzroča mnogo dodatnega dela pri urejevanju in tisku. Pri vseh slikah med tekstom upoštevajte, da je zrcalo revije $12,6 \times 19,2$ cm. V primeru, da je potrebna večja slika, naj njena širina po možnosti ne preseže 40 cm, višina pa naj ne bo večja kot 18 cm. Risba naj bo večja kot slika, ki bo po njej izdelana; razmerje naj bo 2 : 1. Pri tem je treba paziti na debelino črt ter na velikost števil, črk

in drugih znakov na risbi, da bosta njihova debelina in velikost tudi po zmanjšanju ustrezala; črke in številke na tiskani sliki morajo biti visoke najmanj 1 mm.

Celoten rokopis, vključno risbe, fotografije, izvleček in povzetek v tujem jeziku, mora pripraviti vsak avtor sam.

Rok za predložitev rokopisov

V 22. knjigi GEOLOGIJE, letnik 1979, bodo objavljena dela, ki jih bo uredništvo prejelo do konca leta 1978 za prvi del knjige in do konca junija 1979 za drugi del knjige.

Korekture

Uredništvo bo pošiljalo krtačne odtise stavkov v korekturo avtorjem. Pri korekturah popravljajte samo tiskovne napake. Dopolnila so možna le na stroške avtorjev. Sodelavcem, ki živijo zunaj Ljubljane, bomo krtačne odtise pošiljali po dogovoru; njihove popravke bomo upoštevali le v primeru, da korekture vrnejo v dogovorjenem roku.

Posebni odtisi

Avtorji prejmejo brezplačno po 50 izvodov separatov vsakega članka. Nadaljnje izvode pa lahko dobijo po ceni, ki ustreza dejanskim stroškom.