

SCOPOLIA

Revija Prirodoslovnega muzeja Slovenije

Journal of the Slovenian Museum of Natural History

Suppl. 6 | 2013



Geološke značilnosti Bleda in okolice *Geological characteristics of Bled and its environs*

CODEN SCPLEK - ISSN 0351-0077

SCOPOLIA Supplementum 6 – 2013

**Geološke značilnosti
Bleda in okolice**

*Geological characteristics
of Bled and its environs*



SCOPOLIA Suppl.6|2013

Glasilo Prirodoslovnega muzeja Slovenije, Ljubljana / *Journal of the Slovenian Museum of Natural History, Ljubljana*

Izdajatelj / *Publisher:*

Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana, Slovenija /
Slovenian Museum of Natural History, Ljubljana, Slovenia

Solinancirata/ *Subsidised by:*

Ministrstvo za kulturo in Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije. / *Ministry of Culture and Slovenian Research Agency*

Urednik / *Editor-in-Chief:*

Boris KRYŠTUFEK

uredil /*Edited by:*

Janez GREGORI

Uredniški odbor / *Editorial Board:*

Breda ČINČ-JUHANT, Igor DAKSKOBLER, Janez GREGORI, Miloš KALEZIĆ (SB),
Mitja KALIGARIČ, Milorad MRAKOVČIČ (HR), Jane REED (GB), Ignac SIVĚC,
Kazimir TARMAN, Nikola TVRTKOVIĆ (HR), Al VRFZEC, Jan ŽIMA (ČR)

Naslov uredništva in uprave / *Address of the Editorial Office and Administration:*

Prirodoslovni muzej Slovenije, Prešernova 20, p.p. 290, SI – 1001 Ljubljana, Slovenija /
Slovenian Museum of Natural History, Prešernova 20, P.O.B. 290, SI - 1001 Ljubljana, Slovenia

Račun pri UJP / *Account at UJP:*

01100-6030376931

Lektor za angleščino in slovenščino / *Slovenian and English language editing:*

Henrik CIGLIČ

Oblikovanje / *Design:*

Boris JURCA

Tisk / *Printed by:*

Schwarz print d.o.o., Ljubljana

Suppl. 6 je izšel v nakladi 1.000 izvodov / *Suppl. 6 printed in 1.000 copies*

Natisnjeno / *Printed:*

julij / July 2013

Naslovnica / *Front cover:*

Blejsko jezero z okolico iz zraka / *Aerial view of Lake Bled*

Foto / *Photo:* Breda ČINČ JUHANT

Cena posamezne številke / *Price of each issue:* 8,50 C

Revija je v podatkovnih bazah / *Journal is covered by:* COBIB, BIOSIS Previews, Referativnyi Zhurnal, Zoological Record, Abstract of Mycology

Vsebina / Contents

Matevž NOVAK in Miloš BAVEC

Geološke značilnosti Bleda in okolice

Geological Characteristics of Bled and its Environs 7

†Renato VIDRIČ

Potresna dejavnost

Seismic activities 33

Miha JERŠEK

Minerali

Minerals 43

Miha JERŠEK

Meteorit z Mežakle

The Meteorite from Mt Mežakla 51

Matija KRŽNAR, Breda ČINČ JULIANT in Miha JERŠEK

Žiga Zois, Balthasar Hacquet, Valentin Vodnik in fosili izpod Triglava

Žiga Zois, Balthasar Hacquet, Valentin Vodnik and Fossils From Beneath Mt Triglav 55

Geološke značilnosti Bleda in okolice

Geological Characteristics of Bled and its Environs

Matevž NOVAK¹ in Miloš BAVEC¹

Izvleček

Širšo okolico Bleda večinoma gradijo apnenci in dolomiti, odloženi v plitvih morskih okoljih, pogoste pa so tudi kamnine, nastale z odlaganjem sedimentov v globljih morjih, na kopnem ali ob sodelovanju vulkanov. Zgodovinski zapis v kamninah in fosilnih ostankih seže vse do začetka devona pred približno 400 milijoni let. Znaten del znane geološke zgodovine je bila Gorenjska pokrita z morjem, večkrat pa se je morje s teh krajev umaknilo. Takrat so na kopnem nastajale kamnine, kot so konglomerati, peščenjaki in muljevci. Geološko zgradbo so močno zaznamovali skoraj neprestani tektonski premiki, ki jih je pogosto spremljala vulkanska aktivnost. V obdobju krede se je začelo dviganje Alp, in po daljšem kopnem obdobju je morje v oligocenu, pred približno 30 milijoni let, še zadnjič pokrilo velik del Gorenjske. Od umika morja v miocenu ozemlje oblikujajo površinski geološki procesi, ki so predvsem v pleistocenu, v času ledene dobe, močno preoblikovali pokrajino.

Ključne besede: kamnine, fosili, paleookolje, vulkanizem, tektonika, ledeniki, Blejsko jezero

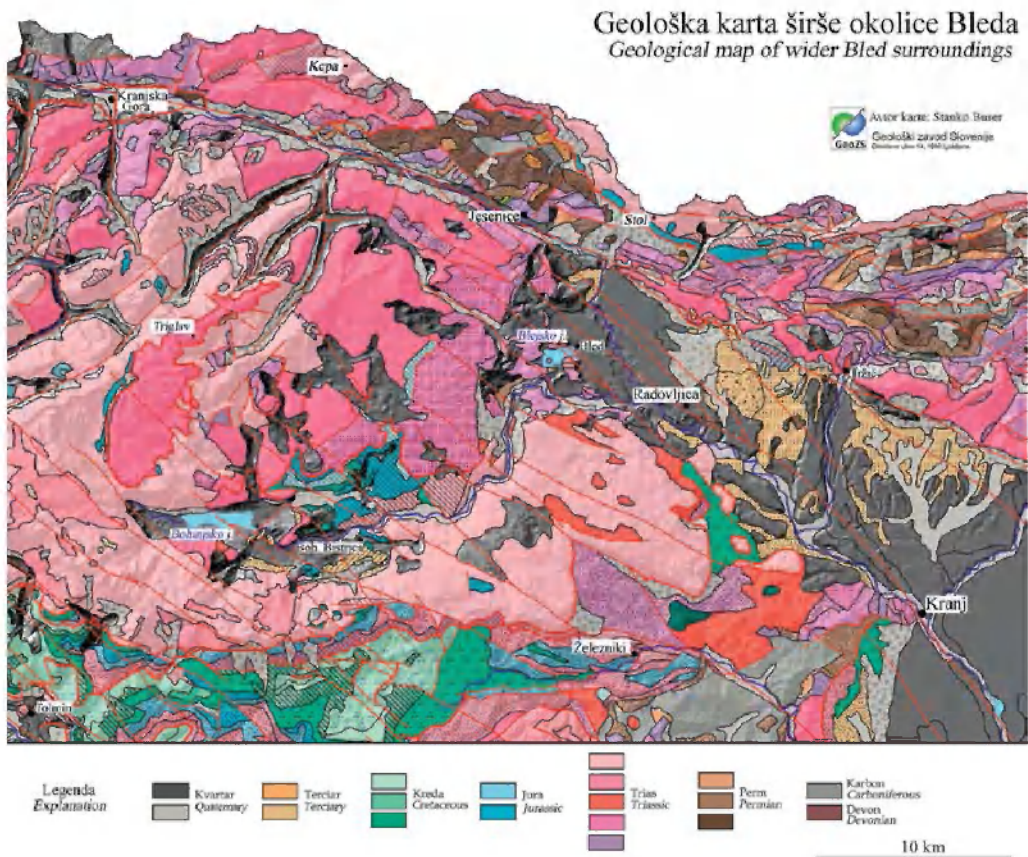
Abstract

The wider environs of Bled are composed for the most part of limestones and dolomites deposited in shallow marine environments, as well as of rocks that originated through sediments deposited in deeper seas, on land or as a result of volcanic eruptions. The historical records in rocks and fossil remains reach back to the beginning of Devon some 400 million years ago. Through a significant part of the known geological history, the Gorenjska region was covered by sea which, however, retreated several times from these places. In those times, rocks were formed on land, such as conglomerates, sandstones and siltstones. The geological story was well marked by the almost continuous tectonic shifts, which were often accompanied by volcanic activities. In the Cretaceous period, the Alps began to rise, and after a long dry-land period the sea covered, in the Oligocene some 30 million years ago, a large part of Gorenjska for the last time. Since the withdrawal of the sea in the Miocene, the territory was marked by surface geological processes, which greatly reshaped the landscape particularly in the Pleistocene, in the Ice Age period.

Key words: rocks, fossils, paleoenvironment, volcanism, tectonics, glaciers, Lake Bled

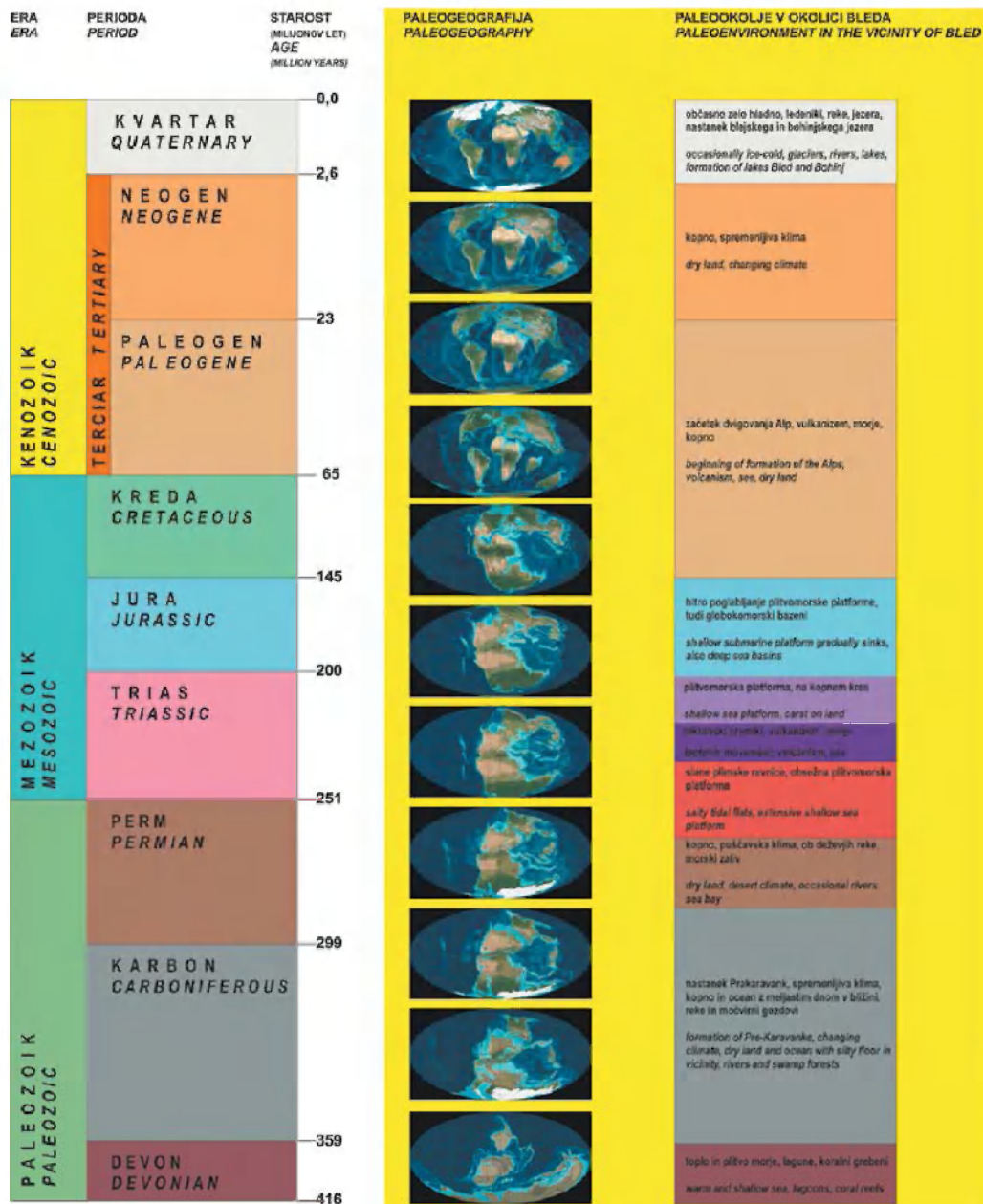
¹ Geološki zavod Slovenije / *Geological Survey of Slovenia*, Dimičeva 14, 1000 Ljubljana, Slovenija, matevz.novak@GEO-ZS.SI, milos.bavec@GEO-ZS.SI

Razgled z Blejskega gradu po hriboviti in gorati Gorenjski razkriva, da jo večinoma gradijo masivi svetlih karbonatnih kamnin – apnencev in dolomitov. Sediment, iz katerega so te kamnine nastale, se je odlagal v toplih morskih okoljih na plitvih kontinentalnih policah. Življenje je bilo, kakor lahko opazujemo tudi danes, najbolj pestro in živahno na morskih grebenih, v lagunah in v plitvih obrežjih. Geološki zgodovinski zapis iz najširše okolice Bleda pa priča tudi o globokih morjih, puščavah, vulkanih, ledenikih in velikih tektonskih premikih. Kopna in gorata Gorenjska, kakršno poznamo danes, je geološko zelo mlada.



Sl. 1: Geološka karta širše okolice Bleda.

Fig. 1: Geological map of the wider environs of Bled.



Sl. 2: Paleogeografski razvoj in paleookolja v geološki zgodovini širše okolice Bleda.

Fig. 2: Paleogeographic development and paleoenvironments in the geological history of the wider environs of Bled.

Začetki

Najstarejše kamnine na Gorenjskem so iz začetka devona, stare okrog 400 milijonov let. Zemljino površje v tistem času ni bilo prav nič podobno današnjemu. Kamnine, ki jih najdemo v Karavankah v okolici Jezerskega, so nastale na manjši tektonski plošči, ki se je odcepila od severnega roba velikega južnega kontinenta Gondvane in skozi starejši paleozoik počasi potovala proti severu. Ko je v devonu dosegla tropski pas, so v plitvem morju na karbonatni polici, podobni današnji bahamski, začeli rasti grebeni z raznovrstnimi koralami, spužvami in drugimi grebenskimi organizmi. Lagune za grebeni so poseljevale trate morskih lilij, v globoki vodi pred grebeni pa so plavali trilobiti, ortocerasi (manj zviti sorodniki amonitov), črvom podobni konodonti ter tu in tam kakšna nenavadna riba.



Sl. 3: Živalno življenje na devonskem grebenu. Ilustracija: Vladimir Leben

Fig. 3: Vibrant life on a Devonian reef. Illustration: Vladimir Leben

Potovanje kontinentov in prvo kopno

Prvič v znani geološki zgodovini je območje pogledalo iz morja v karbonu pred kakšnimi 300 milijoni let. Gondvana je takrat pripotovala do Evroameriškega kontinenta (Lavrasije) in trčila vanj. Ob tem je nastal velekontinent Pangea, v širokem pasu trka pa se je dvignilo varistično gorovje. Z gora so se rušile velike količine kamenja in reke so jih odnašale proti morskemu zalivu oceana Paleotetide, ki se je z vzhoda zajedal v Pangeo.



Sl. 4: Mahovnjak (*Fenestella* sp.) v zgornjekarbonskem glinavcu iz Javorniškega Rovta v Karavankah. Velikost primerka je 11 cm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar Cic

Fig. 4: Bryozoan (*Fenestella* sp.) in the Early Carboniferous claystone from Javorniški Rovt in the Karavanke Mts. Size of the specimen: 11 cm. Collection of the Slovenian Museum of Natural History. Photo: Ciril Mlinar Cic



Sl. 5: Trilobit (*Paladin (Kaskia) bedici*) in školjka v zgornjekarbonskem glinavcu iz Javorniškega Rovta v Karavankah. Velikost trilobita je 35 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar Cic

Fig. 5: Trilobite (*Paladin (Kaskia) bedici*) and seashell in the Early Carboniferous claystone from Javorniški Rovt in the Karavanke Mts. Size of the specimen: 35 mm. Collection of the Slovenian Museum of Natural History. Photo: Ciril Mlinar Cic



Sl. 6: Polž (*Bellerophon* sp.) iz zgorinjekarbonskih plasti na Sp. Počivalah v Karavankah. Velikost primerka je 3,1 cm. Foto: Milan Peternel

Fig. 6: Gastropod (*Bellerophon* sp.) from the Early Carboniferous layers at Sp. Počivale in the Karavanke Mts. Size of the specimen: 3.1 cm. Photo: Milan Peternel



Sl. 7: Brahiopod (*Karavankina* sp.) v zgorjnjekarbonskem meljevcu nad Jelendolom v Karavankah. Dolžina primerka je 25 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Matija Križnar

Fig. 7: Brachiopod (*Karavankina* sp.) in the Early Carboniferous siltstone above Jelendol in the Karavanke Mts. Length of the specimen: 25 mm. Collection of the Slovenian Museum of Natural History. Photo: Matija Križnar



Sl. 8: Del peclja morske lilije v spodnjepermskem apnencu na Pristavi v Karavankah. Dolžina primerkaja je 8 cm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Matija Križnar

Fig. 8: Part of the sea lily peduncle in the Lower Permian at Pristava in the Karavanke Mts. Length of the specimen: 8 cm. Collection of the Slovenian Museum of Natural History. Photo: Matija Križnar

V obsežnih vršajnih deltah odloženi debeli kremenovi prodniki so se sprijeli v konglomerat. Ponekod so se ob obalah razraščali močvirnati gozdovi z visokimi drevesastimi praprotnicami. Z oddaljevanjem od kopnega je bil sediment vedno drobnejši. Na muljastem dnu obrežnega pasu so živeli alge, morske lilije, brahiopodi, trilobiti, mahovnjaki, polži, školjke in fuzulinidne foraminifere, katerih hišice so se v velikem številu ohranile v apnencih. V nekoliko globlji vodi so nastajale manjše alge in grebenske kope z mahovnjaki, spužvami in koralami. Najštevilčnejši fosilni ostanki tega bujnega življenja so se ohranili v glinavcih, meljcvcih in apnencih v okolici Javorniškega Rovta nad Jesenicami in v Dovžanovi soteski pri Trziču.

Pisane permske puščave

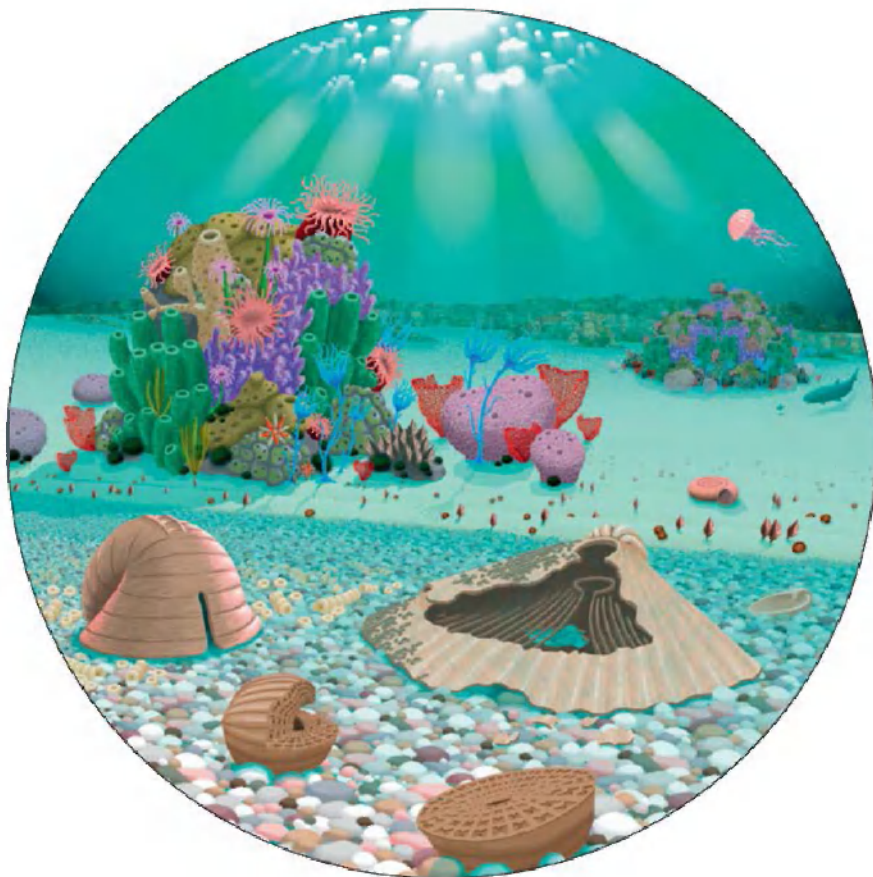
Ob koncu starejšega perma, pred 270 milijoni let, so se gore spet dvigale. Na plimske ravnice ob vznožju gora se je sipalo raznovrstno oglato kamenje in se sčasoma sprijelo v trbiško brečo. Umikanje morja se je nadaljevalo in v vročem puščavskem podnebju so reke le tu in tam napolnile svoje struge. Kadar je bilo vode dovolj, so se odlagali prod, pesek, melj in glina, iz katerih so nastale pisane grodenske kamnine.

Prav iz obdobja, ko so se na območju Južnih Alp povsod odlagali samo ti vijoličnordeči kopenski sedimenti, pa je ohranjena morda največja geološka posebnost blejskega konca. Samo na Straži pri Bledu in nad Bohinjsko Belo najdemo t.i. neoschwagerinske apnenice, ki pričajo o tedanjem morskem zalivu z majhnimi krpastimi grebeni s spužvami, mahovnjaki in hidrozoi ter kroglastimi neoschwagerinskimi foraminiferami, brahiopodi, morskim ježki in nenavadnimi belerofonskimi polži, ki so živeli na karbonatnem mulju okrog grebenskih kop.



SI. 9: Puščavsko okolje v srednjem permu. Ilustracija: Vladimir Leben

Fig. 9: Desert environment during the Middle Permian. Illustration: Vladimir Leben



Sl. 10: Okolje nastajanja neoschwagerinskega apnenca v srednjem permu. Ilustracija: Vladimir Leben

Fig. 10: The environment in which neoschwagerin limestone was formed in the Middle Permian. Illustration: Vladimir Leben



Sl. 11 in 12: Velike foraminifere iz skupin neoschwagerin in verbeekin na naravno prepereli površini apnenca (zgoraj) in detajl v zbrusku (spodaj) iz neoschwagerinskega apnenca iz ostenja nad Bohinjsko Belo (po: Ramovš, 1972). Premer največjega primerka na sliki je 7,5 mm. Foto: Matevž Novak

Fig. 11 and 12: Large Foraminifera from the neoschwagerin and verbeekin group in nature (top) and in a thin section of neoschwagerin limestone from a rockwall above Bohinjska Bela (bottom) (after: Ramovš, 1972), with the diameter of the largest specimen in the picture reaching 7.5 mm. Photo: Matevž Novak

Iz starega v novi zemeljski vek

Morje je proti koncu perma znova začelo zalivati ta del sveta. Na slanih plimskih ravninah, sabkah, se je odložil karbonatni mulj, bogat z evaporitnimi minerali, kakršna sta sadra in anhidrit. Iz mulja je nastal dolomit, netrpežni evaporitni minerali pa so bili kasneje raztopljeni in za njimi so ostale le luknje v obliki satovja.

Na meji med permom in triasom, pred 250 milijoni let, je življenje na Zemlji doletelo eno največjih množičnih izumiranja v geološki zgodovini. Med mnogimi živimi bitji so boj za preživetje za vedno izgubili tudi gospodarji paleozojskih morij, trilobiti.

Na obsežni karbonatni plošči so v zgodnjem triasu nastajale raznovrstne kamnine, ki jih najdemo povsod v Karavankah, v Julijcih pa le v manjšem obsegu. Ena najbolj značilnih je oolitni apnenec iz samih drobnih kroglic, ki so nastale, ko so se v nemirni morski vodi po dnu valjale hišice odmrlih drobnih polžkov in jih je oblepil karbonatni mulj.



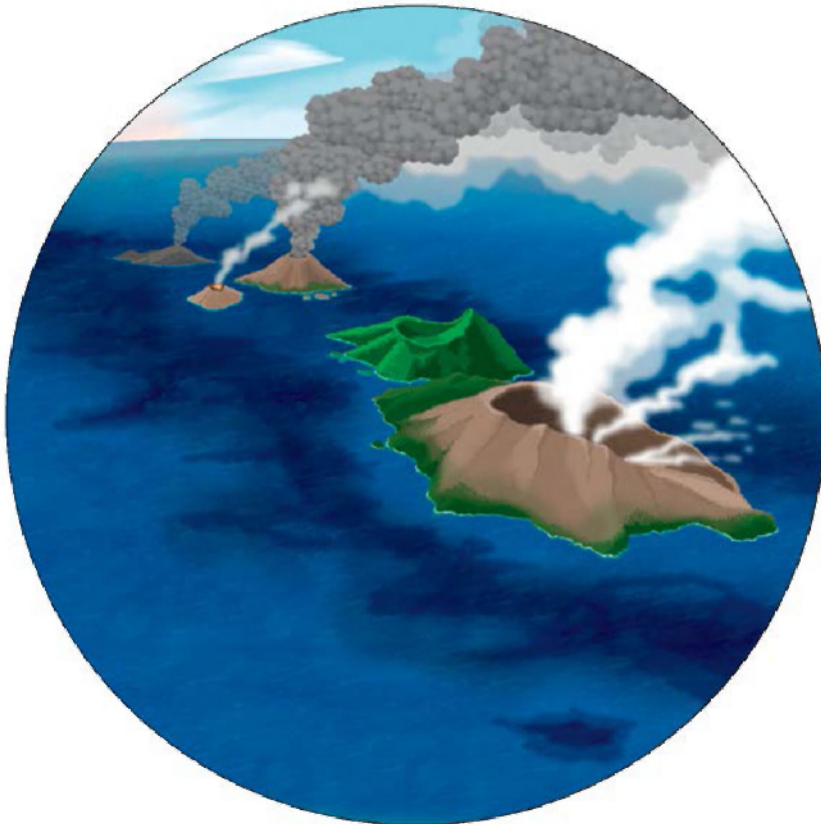
Sl. 13: Spodnjetriasni polži (*Natiria costata*) s Pokljuke. Velikost primerkov je 20 mm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar Cic

Fig. 13: Lower Triassic gastropods (*Natiria costata*) from Pokljuka. Size of the specimens: 20 mm. Collection of the Slovenian Museum of Natural History. Photo: Ciril Mlinar Cic

Tektonika in vulkani

Na enotni karbonatni plošči so v začetku srednjega triasa, v aniziju, nastajali samo sivi dolomiti in apnenci z redkimi algami in zelo drobnimi ostrakodi in foraminiferami, ki gradijo ostenja Grajskega hriba in Blejski otok. Temu geološko dolgočasnemu obdobju so sledili dogodki, ki so močno spremenili sliko tedanjih okolij. Povezani so bili z intenzivnimi tektonskimi premiki.

Kontinentalna skorja se je začela razpirati in ob prvih znamenjih nastajanja novega oceana je obsežna karbonatna platforma začela razpadati. Proces razpiranja zemeljske skorje (*riftinga*) ni potekel do konca in pravi ocean z dnom iz oceanske skorje ni nikoli nastal. Kljub temu so se ob globokih prelomih veliki bloki ozemlja pogrezali v globlje morje. Tam so nastajale tanke plasti črnih apnencev s plastmi in lečami črne kremenične kamnine – roženca, v plitvejših predelih pa je iz grušča različno starih kamnin s porušeni robov tektonskih blokov nastala pisana ukvina konglomeratna breča. Tektonsko aktivnost je spremljal močan vulkanizem. Eksplozivni vulkani obsežnega vulkanskega loka na robu tedanjega oceana Tetide so izbruhali velike količine lave in pepela, ki se je nato usedal v morje in sprijel v tufe, ali pa se je na morskem dnu pomešal s sedimenti in sprijel v tufske breče. Predornine so prihajale na površje tudi v podmorskih vulkanih in ob globokih prelomih. Najbolj slikovit zapis tega nemirnega obdobja je ohranjen v zelenkastih in rdečkastih diabazih, keratofirjih, bazaltih, porfirjih, porfiritih in njihovih piroklastitih (tufih) širše okolice Kamne Gorice, ponekod na Jelovici in Pokljuki, v Bohinju in Karavankah.



Sl. 14: Srednjetriasni vulkanski lok. Ilustracija: Vladimir Leben

Fig. 14: Middle Triassic volcanic arc. Illustration: Vladimir Leben



Sl. 15: Zelene srednjetriasne vulkanske kamnine v spodnjem delu kamnoloma Kamna Gorica.
Foto: Matevž Novak

Fig. 15: Green Middle Triassic volcanic rocks in the lower part of the Kamna Gorica quarry.
Photo: Matevž Novak



Sl. 16: Plasti zelenkastih in rdečkastih tufov srednjetriasne starosti v kamnolomu Kamna Gorica.
Foto: Dragomir Skaberne

Fig. 16: Layers of greenish and reddish tuffs from the Middle Triassic in the Kamna Gorica quarry.
Photo: Dragomir Skaberne

Od plitvin do globokega morja

V poznem triasu je plitvomorska Julijska karbonatna plošča pokrivala velik del Gorenjske, južno predgorje Julijskih Alp pa je bilo pogreznjeno za več sto metrov v temne morske globine, kjer so v tektonskem jarku, imenovanem Slovenski bazen, nastajali temni apnenci in dolomiti s plastmi in gomolji roženca. Plimski pas na karbonatnem šelfu so skoraj popolnoma prekrile prevleke primitivnih, algam podobnih organizmov, modrozelenih cepljivk. Vedno znova jih je prekril karbonatni mulj in vsakokrat so si spet opomogle. Okamnele temne in svetle pasove teh organizmov v kamninah imenujemo stromatoliti. Življenje v podplimskem pasu jim ni ustrezalo in tam so našle svoj prostor velike školjke, imenovane megalodontide. V apnencih so vidni njihovi srčasti preseki. Najvišji deli platforme so občasno pogledali iz vode in takoj začeli zakrasevati. Korozijske votline, zapolnjene z rdečkasto fosilno sigo iz tega časa, so značilne paleokraške oblike. O življenju v tedanjem morju priča skoraj popolno okostje ribe, najdeno v ostenju Triglava. V zelo podobnem okolju je živel tudi nekoliko starejši amonit, ohranjen v kamniti mizi iz rdečkastega hotaveljskega apnenca na blejskem grajskem dvorišču. V nekaj več kot 16 milijonih let je v zgornjem triasu na Julijski karbonatni plošči nastalo kar do 1200 metrov dachsteinskega apnenca in glavnega dolomita, katerih lepo zložene skladovnice gradijo večino gorskih vrhov Julijcev, Karavank in Kamniško-Savinjskih Alp. Zaradi precej počasnejšega izločanja karbonata v globokem morju se je v Slovenskem bazenu v približno enakem času odložila samo do 350 metrov debela skladovnica, v kateri prevladuje temnosiv plastnat baški dolomit z velikimi gomolji ali lečami roženca. Najdemo ga v pasu od Kobarida do Kranja.



Sl. 17: Življenje v medplimskem pasu zgornjetriasnega plitvega karbonatnega šelfa.
Ilustracija: Vladimir Leben

Fig. 17: Life in the intertidal belt of the Upper Triassic shallow carbonate shelf.
Illustration: Vladimir Leben



Sl. 18: Presek amonitove hišice na površini mize iz hotaveljskega apnenca na blejskem grajskem dvorišču. Foto: Stanko Buser

Fig. 18: Cross-section of an ammonite shell on the surface of a table (made of Hotavlje limestone) in the Bled Castle courtyard. Photo: Stanko Buser



Sl. 19: Preseki megalodontidnih školjk v zgornjetriasnem dachsteinskem apnencu pri Jezeru v Lužnici v Julijskih Alpah. Foto: Stanko Buser

Fig. 19: Cross-sections of megalodontid seashells in the Upper Triassic Dachstein limestone at Jezero near Lužnica in the Julian Alps. Photo: Stanko Buser



Sl. 20: Fossilna triasna riba *Birgeria* iz zgornjetriasnega apnenca v Kozji dnini ob Tominškovi poti na Triglav. Foto: Bogdan Jurkovšek

Fig. 20: Fossil Triassic fish *Birgeria* from the Upper Triassic limestone at Kozja dnina along Tominšek's Trail leading to Mt Triglav. Photo: Bogdan Jurkovšek

Tonjenje plitvomorskega raja

Plitva podmorska plošča se je začela na začetku ljure počasi potapljati in v vse globljem morju so plavali različni glavonožci, predniki sip in lignjev. Bogato okrašene hišice amonitov in belemnitov, nekatere velike tudi več kot 10 cm, so se ohranile v rdečih gomoljastih apnencih tipa ammonitico rosso na pobočju Begunjščice v Karavankah in v Dolini Triglavskih jezer v Julijskih Alpah. Le redkim koralnim združbam je uspelo graditi grebene dovolj hitro, da so lahko sledile poglabljanju morja. Prepočasne v globoki vodi niso ujele dovolj svetlobe in so utonile. Morsko dno so poseljevali različni brahiopodi, polži, školjke in gracilne morske lilije. V najglobljih delih morja se je v mulju občasno povečala vsebnost manganovih raztopin. Ob spreminjanju karbonatnega mulja v apnenc so v njem nastali temni manganovi gomolji.



Sl. 21: Življenje v globokem jurskem morju. Ilustracija: Vladimir Leben

Fig. 21: Life in deep Jurassic sea. Illustration: Vladimir Leben



SI. 22: Amonit v jurskem apnencu ammonitico rosso v zidu koče pri Triglavskih jezerih.
Foto: Matevž Novak

Fig. 22: Ammonite in Jurassic limestone *ammonitico rosso* in the cottage wall at Triglav Lakes.
Photo: Matevž Novak



SI. 23: Manganovi gomolji v jurskem apnencu v Dolini Triglavskih jezer. Foto: Matevž Novak

Fig. 23: Manganese nodules in Jurassic limestone in the Valley of Triglav Lakes.
Photo: Matevž Novak

Zadnje morje in spet vulkani

V začetku krede, približno pred 140 milijoni let, so se začeli tektonski procesi, ki so pripeljali do nastanka današnjih Alp. Na pobočju med razpadajočo platformo in globljim morjem so se s podmorskimi plazovi (turbiditi) odložile spodnjekredne flišne kamnine. Prepoznamo jih po menjavanju breč, peščenjakov, laporovcev, glinavcev in ploščastih apnencev na Pokljuki in v Bohinju.

Ozemlje se je počasi dvignilo in bilo kar lep čas, kakšnih 40 milijonov let, vseskozi kopno. Šele v oligocenu, pred približno 30 milijoni let, je del Gorenjske od zahoda še zadnjič preplavilo morje in se razširilo v osrednjo Slovenijo, kjer se je odlagala peščena in meljasta morska glina ali sivica. Morje je začelo v ta prostor vdirati zaradi živahnega tektonskega dogajanja, ki ga je spremljal močan vulkanizem. V Sloveniji imamo iz tega obdobja svoj pravi, sicer že dolgo speči vulkan Smrekovec. Značilna vulkanska kamnina, ki nas spominja na njegovo delovanje, je drobnozrnat zelen andezitni tuf. Po kraju, kjer so ga v kamnolomu lomili, ga imenujemo peračiški tuf. Plasti tufa se menjavajo s plastmi laporja in laporastega apnenca, odloženimi v tedanjem morju. Kljub občasnemu vulkanizmu, ki na življenje v okolici ni vplival blagodejno, je življenje v oligocenskem morju cvetelo. O tem pričajo številne korale, polži, školjke in drugi fosilni ostanki, ki jih v največjem številu najdemo na Poljšici pri Podnartu.



Sl. 24: Korale iz oligocenskih plasti v Poljšici pri Podnartu. Velikost primerka je 55 mm. Zbirka Prirodoslovni muzej Slovenije. Foto: Matija Križnar

Fig. 24: Corals from Oligocene layers at Poljšica near Podnart. Diameter of the specimen: 55 mm. Collection of the Slovenian Museum of Natural History. Photo: Matija Križnar



Sl. 25: Portal iz značilnega zelenega oligocenskega peračiškega tufa v Kropi.
Foto: Matevž Novak

Fig. 25: Porch from the characteristic green Oligocene Peračica tuff at Kropa.
Photo: Matevž Novak



Sl. 26: Polži (*Ampullina crassatina*) iz oligocenskih plasti v Poljšici pri Podnartu. Premer hišice je 3 cm. Zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije.
Foto: Ciril Mlinar Cic

Fig. 26: Gastropods (*Ampullina crassatina*) from Oligocene layers at Polšica near Podnart. Diameter of the specimen: 3 cm. Collection of the Slovenian Museum of Natural History.
Photo: Ciril Mlinar Cic

Končno na kopnem ... vendar pod ledom

V miocenu se je morje za vedno umaknilo iz teh krajev. Na kopnem so se začeli površinski geološki procesi, ki jih v veliki meri opazujemo še danes. Površje se je pod vplivom tektonskih sil dvigovalo, procesi erozije so dvigovanju nasprotovali, razvijala se je rečna mreža in nastajala je prst. Posebno močan vpliv na oblikovanje površja je imelo dogajanje v kvartarju, občasno polarno hladnem obdobju v zadnjih dveh in pol milijonih let. V ledeni dobi, končala se je šele pred dobrimi deset tisoč leti, so Alpe, Pireneje, Apenine ter celinsko Evropo od severa do Poljske in Nemčije občasno pokrili ledeniki. Led je prekril tudi gorati del Gorenjske in v obliki dolinskih ledenikov vzdolž alpskih dolin segal tudi v predgorje. Led s Karavank in dela Julijskih Alp severno od jadransko-črnomske razvodnice se je iz manjših stranskih dolinskih in pobočnih ledenikov zbiral v Bohinjskem, Dolinskem in Radovinskem ledeniku. Ledeniki so svoja imena seveda dobili po rekah, ki tečejo po teh dolinah. Ob drsenju je led brusil površje pod seboj in oblikoval značilne ledeniške doline v obliki črke U.



Sl. 27: Ledeniško oblikovana pokrajina Bohinja z Vodnikovega razglednika. Foto: Matevž Novak
Fig. 27: Glacier-like shaped landscape of Bohinj from Vodnik viewpoint. Photo: Matevž Novak

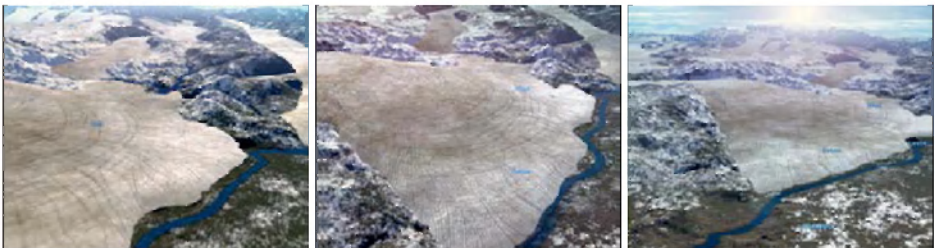
Tudi ledena doba ni bila ves čas ledena. V dveh in pol milijonih letih so se izmenjevala bolj in manj hladna obdobja, občasno je bilo podnebje celo zelo podobno današnjemu. V zadnjem zelo hladnem obdobju ledene dobe pred približno 20.000 leti so ledeniki zadnjič segali od Zemljinih tečajev daleč v notranjost kontinentov in pokrivali vsa večja gorstva. Vzdolž današnjih Save Bohinjke in Dolinke sta ledeniška jezika segala do širše okolice Radovljice, medtem ko je Radovinski segal nekako do Gorij oziroma do vhoda v Blejski Vintgar. Tam sta se Radovinski in Bohinjski ledenik v nekem obdobju celo stikala. Ker sta vsak s svoje strani kot velika buldožerja narinila velike količine kamninskega drobirja, je na njunem stiku nastal velik greben, imenovan morena, ki ločuje velika naravna amfiteatra. Led je zapiral tudi vhod v Blejski Vintgar, zato je tam v ledeni dobi občasno nastalo malo ledeniško jezero.

Bohinjski ledenik je bil (vsaj ob zadnjem poledenitvenem višku pred približno 20.000 leti) največji ledenik na ozemlju Slovenije. Ob optimumu je najverjetneje presegel debelino 900 m, zato mu je postala dolina Save Bohinjke pretesna in je prekril tudi del Pokljuke. Segal je do loka med Zasipom, Lescami, Radovljico in Selcami. Tudi ta lok je dobro zaznamovan z bolj ali manj ohranjenimi grebeni, ki jim pravimo končne morene. Ob ledeniškem čelu je tekla takratna Sava Dolinka, katere strugo je ledenik verjetno odrinil nekoliko vzhodneje od današnje.



Sl. 28: Greben čelne morene, ki je nastal ob stiku čel Radovinskega in Bohinjskega ledenika v bližini Gorij. ©Narodni muzej Slovenije, fotografija Jože Hanc

Fig. 28: Frontal moraine's ridge, which was formed upon contact of the Radovina and Bohinj Glaciers near Gorje. ©National Museum of Slovenia, photograph by Jože Hanc



Sl. 29: Največji obseg zadnje faze Bohinjskega ledenika v času zadnjega ledeniškega maksimuma pred približno 20.000 leti. Iz dokumentarnega filma *Bohinjski ledenik* (©Narodni muzej Slovenije, scenarij Miloš Bavec in Timotej Knific).

Fig. 29: Largest surface area of the last phase of Bohinj Glacier during the last glacial maximum some 20,000 years ago. From documentary film *Bohinj Glacier* (©National Museum of Slovenia, script by Miloš Bavec and Timotej Knific).

V bližnji okolici Radovljice so ohranjeni vsaj štirje loki končnih moren Bohinjskega ledenika. Najstarejši so tisti na skrajnem vzhodnem robu radovljiške kotline tik pod Karavankami (Hraše, Šmidol, Lancovo). Zahodneje ležeče končne morene med Bledom in Radovljico so nastale v času taljenja in umikanja zadnjega, torej najmlajšega pleistocenskega Bohinjskega ledenika. Sled dveh zastojev njegovega umikanja se je lepo ohranila v obliki dveh grebenov čelnih moren pri Dobravci. Na ravnici pred ledenikom je zastajala voda in sčasoma so tu nastala močvirja, deloma še ohranjena na Blatih in Jezércih.

Med umikanjem iz Blejskega kota je ledenik zastal vsaj še trikrat, kot dokazujejo grebeni čelnih moren pri Pecovci in nad severovzhodnim obrežjem jezera. Starost njihovega nastanka ni natančno znana, so pa mlajše od 20.000 in starejše od 14.000 let.

Ledeniki drobirja, iztrganega iz podlage, niso odlagali le pred svojim čelom. Velik del so odložili pod sabo v obliki obširnih ravnih zasipov, ki jim pravimo talne morene.

Talno moreno v večjem obsegu najdemo med Bledom in Savo Dolinko. Med Gorjami in Zasipom jo omejuje eden najlepše ohranjenih lokov končne morene pri nas. Posebnost talne morene je, da je neredko precej drobnozrnata in zbita, zato slabo prepušča vodo. S to lastnostjo je povezan nastanek omenjenih močvirij, predvsem pa nastanek Blejskega jezera.

Za nastanek Blejskega jezera je pomembno tudi ali predvsem obdobje umikanja oziroma taljenja Bohinjskega ledenika ob ogrevanju ozračja po zadnjem ledeniškem maksimumu. Ko se je led talil, so vzpetine na južni strani jezera razdelile ledenik na dva dela. Zelo na grobo lahko ocenimo, da se je to dogajalo pred nekaj več kot 15.000 leti. En krak je ustvaril Ribensko, drugi pa Blejsko kotanjo. Slednja je bila očitno dovolj vodotesna, da se je v njej do danes ohranilo jezero. Najverjetneje je takrat kratek čas obstajal še tretji krak ledenika (Rečiški), ki je zahodno od gradu tekkel proti severu. Podobno interpretacijo podpira tudi poenostavljeni model, ki je bil izdelan ob pripravljanju animiranega filma o Bohinjskem ledeniku na Blejskem gradu.

S klimatskimi nihanjmi so povezane tudi terase, ki so jih odložile in vrezale reke vzdolž nekdanjih ledeniških dolin. Rečemo jim glaciofluvialne terase. Praviloma so reke ob ohladitvah podnebja nasipavale velike količine proda, ob otoplitvah pa so ga odnašale. Tako nastale terase so dobro vidne med Šobcem in Lescami, sicer pa prodovi in njihovi sprjeti ekvivalenti konglomerati (domačini jim rečejo labore) pokrivajo znaten del blejske pokrajine.

Jezero

Današnja »kotanja« Blejskega jezera je torej nastala v zadnji ledeniški fazi, v kateri je ledenik izdolbel razmeroma mehke sedimente v podlagi, vsekakor pa sta nastanek in oblika jezera povezana tudi s tektonskimi procesi že pred ledeno dobo in tudi po njej.

Po fosilih, pelodu in sledih vulkanskih tufov, ujetih v jezerski sediment, sklepamo, da je jezero v sedanji obliki staro približno 14.000 let. Nastalo je ob zadnjem umiku Bohinjskega ledenika, nivo vode pa je bil v prvi fazi za kratek čas nekoliko višji od današnjega. Očitno je umikajoči se led vzdolž doline Save Bohinjke določen čas dajal zadostno bočno oporo vodi in sedimentom, da se voda ni izlivala skozi sedanji iztok pri Mlinem, pač pa mimo Želeč po danes suhi strugi Dindola. Najnižja višina pretoka je tam pri 497 m n.v., torej je bil vodni nivo takrat za 21 m višji kot danes.



Sl. 30: Začetek nastajanja Blejskega jezera v današnji obliki je povezan z umikanjem zadnjega Bohinjskega ledenika ob koncu ledene dobe. Iz dokumentarnega filma *Bohinjski ledenik* (©Narodni muzej Slovenije, scenarij Miloš Bavec in Timotej Knific).

Fig. 30: The beginning of Lake Bled's origin in today's form is closely associated with retreat of the last Bohinj Glacier at the end of the Ice Age. From documentary film *Bohinj Glacier* (©National Museum of Slovenia, script by Miloš Bavec and Timotej Knific).

V prevladujoče karbonatnem sedimentu v osrednjem delu jezera močno prevladuje detritična komponenta glinasto-meljaste frakcije, v nekaterih plitvih delih jezera, na primer v Zaki, pa nastaja prava avtigena jezerska kreda. Kaj to pomeni? Detritični sedimenti so tisti, ki jih nadzemni in podzemni pritoki prineso v jezero v obliki mikroskopsko majhnih okruškov starejših kamnin. Avtigeni sediment ali v tem primeru jezerska kreda pa je tisti, ki je nastal s kemijskim ali biološkim izločanjem mineralnih snovi iz nasičene vode v jezeru. Sediment je bogat z organsko snovjo (do 10 %), žal pa je tudi nekoliko onesnažen, in sicer zaradi lokalnih dotokov onesnaženja, bolj izrazito v severozahodnem in vzhodnem delu jezera.

Povzetek

Razgled z Blejskega gradu po hriboviti Gorenjski razkriva, da jo večinoma gradijo svetle karbonatne kamnine – apnenci in dolomiti. Sediment, iz katerega so nastali, se je odlagal v toplih morskih okoljih na plitvih kontinentalnih policah. Življenje je bilo najbolj pestro na morskih grebenih, v lagunah in v plitvih obrežjih. Geološki zgodovinski zapis iz najširše okolice Bleda pa pričča tudi o globokih morjih, puščavah, vulkanih, ledenikih in velikih tektonskih premikih.

Najstarejše kamnine na Gorenjskem so iz začetka devona, stare kakih 400 milijonov let. Takrat so v tropskem pasu v plitvem morju začeli rasti grebeni s koralami, spužvami in drugimi grebenskimi organizmi. Lagune za grebeni so poseljevale trate morskih lilij, v globoki vodi pred grebeni pa so plavali trilobiti, ortocerasi in ribe.

Prvič je območje pogledalo iz morja v karbonsko, pred kakšnimi 300 milijoni let, ob nastanku varističnega gorovja. V obsežnih deltah odloženi kremenovi prodniki so se sprijeli

v konglomerat. Z oddaljevanjem od kopnega je bil sediment vedno drobnejši. Na muljastem dnu obrežnega pasu so živeli brahiopodi, trilobiti, morske lilje, mahovnjaki, polži, školjke in foraminifere, ki so se ohranili v apnencih. V nekoliko globlji vodi so nastajali manjši krpasti grebeni z algami, mahovnjaki in koralami. Najštevilčnejši fosilni ostanki tega bujnega življenja so se ohranili v glinavcih, meljevcih in apnencih v okolici Javorniškega Rovta nad Jesenicami in v Dovžanovi soteski pri Trziču.

Ob koncu starejšega perma, pred 270 milijoni let, so se gore spet dvigale. Na plimske ravnice ob vznožju gora se je sipalo raznovrstno kamenje in se sprijelo v trbiško brečo. Umikanje morja se je nadaljevalo in v vročem puščavskem podnebjju so reke le tu in tam napolnile struge. Kadar je bilo vode dovolj, so se odlagali prod, pesek, melj in glina, iz katerih so nastale pisane gródenske kamnine.

Prav iz obdobja, ko so se na območju Južnih Alp povsod odlagali samo ti vijoličnordeči kopenski sedimenti, je ohranjena morda največja geološka posebnost blejskega konca. Samo na Straži pri Bledu in nad Bohinjsko Belo najdemo t.i. neoschwagerinske apnence, ki pričajo o tedanjemorskem zalivu z majhnimi krpastimi grebeni ter kroglastimi neoschwagerinskimi foraminiferami, brahiopodi, morskim ježki in nenavadnimi polži, ki so živeli na karbonatnem mulju okrog njih.

Morje je proti koncu perma znova začelo zalivati ta del sveta. Na slanih plimskih ravninah, sabkah, je nastajal dolomit. Na meji med permom in triasom, pred 250 milijoni let, je življenje na Zemlji doletelo največje množično izumiranje v geološki zgodovini. Med mnogimi živimi bitji so boj za preživetje za vedno izgubili tudi gospodarji paleozojskih morij, trilobiti.

Na obsežni karbonatni plošči so v zgodnjem triasu nastajale raznovrstne kamnine, ki jih najdemo po celotnih Karavankah, v Julijcih pa le v manjšem obsegu.

Na enotni karbonatni plošči so v začetku srednjega triasa, v aniziju, nastajali samo sivi dolomiti in apnenci z redkimi algami in foraminiferami, ki gradijo ostenja Grajskega hriba in Blejski otok. Temu obdobju so sledili dogodki, povezani s tektonskimi premiki, ki so močno spremenili tedanje okolje. Kontinentalna skorja se je začela razpirati in obsežna karbonatna platforma je začela razpadati. Ob globokih prelomih so se veliki bloki ozemlja pogrezali v globlje morje. Tam so nastajale tanke plasti črnih apnencev s plastmi in lečami roženca. Tektonsko aktivnost je spremljal močan vulkanizem. Eksplozivni vulkani so izbruhali velike količine pepela, ki se je sčasoma sprijel v tufe. Predornine so prihajale na površje tudi v podmorskih vulkanih in ob globokih prelomih. Najbolj slikovit zapis tega obdobja je ohranjen v zelenkastih in rdečkastih vulkanskih kamninah širše okolice Kamne Gorice, ponekod na Jelovici in na Pokljuki, v Bohinju in v Karavankah.

V poznem triasu je plitvomorska Julijska karbonatna plošča pokrivala velik del Gorenjske, južno predgorje Julijskih Alp pa je bilo pogreznjeno za več sto metrov v morske globine, kjer so v tektonskem jarku, imenovanem Slovenski bazen, nastajali temni apnenci in dolomiti z roženci. Plimski pas na karbonatnem šelfu so prekrile prevleke modrozelenih ceppljvk, ki so v kamninah ohranjeni kot stromatoliti. V podplimskem pasu so živele velike školjke, megalodontide. Najvišji deli platforme so občasno pogledali iz vode in zakrasevali. O življenju v tedanjem morju priča okostje ribe iz ostenja Triglava. V zelo podobnem okolju je živel tudi nekoliko starejši amonit, ohranjen v kamniti mizi iz rdečkastega hotaveljskega apnenca na blejskem grajskem dvorišču. V zgornjem triasu je na Julijski karbonatni plošči nastalo kar do 1200 metrov dachsteinskega apnenca in glavnega dolomita, katerih skladovnice gradijo večino gorskih vrhov Julijcev, Karavank in Kamniško-Savinjskih Alp. Zaradi počasnejšega izločanja karbonata v globokem morju se je v Slovenskem bazenu v približno enakem času odložilo samo do 350 metrov temnosivega baškega dolomita z gomolji ali lečami roženca. Najdemo ga v pasu od Kobarida do Kranja.

Plitva podmorska plošča se je na začetku jure počasi potapljala in v vse globljem morju so plavali različni glavonožci, predniki sip in lignjev. Hišice amonitov so se ohranile v rdečih gomoljastih apnencih tipa ammonitico rosso na pobočju Begunjsčice v Karavankah in v Dolini Triglavskih jezer v Julijskih Alpah. Morsko dno so poseljevali različni brahiopodi, polži, školjke in morske lilije.

V začetku krede, približno pred 140 milijoni let, so se začeli tektonski procesi, ki so pripeljali do nastanka Alp. Ozemlje se je počasi dvignilo in bilo kakšnih 40 milijonov let kopno. Šele v oligocenu, pred približno 30 milijoni let, je del Gorenjske od zahoda še zadnjič preplavilo morje in se razširilo v osrednjo Slovenijo, kjer se je odlagala morska glina ali sivica. Tektonsko dogajanje je spremljal močan vulkanizem. Značilna vulkanska kamnina iz tega obdobja je zelen andezitni tuf. Po kraju, kjer so ga v kamnolomu lomili, ga imenujemo peračičski tuf. Kljub vulkanizmu je življenje v oligocenskem morju cvetelo. O tem pričajo številne korale, polži in školjke, ki jih najdemo na Poljšici pri Podnartu.

V miocenu se je morje za vedno umaknilo iz teh krajev. Na kopnem so se začeli površinski geološki procesi. Posebno močan vpliv na oblikovanje površja je imelo dogajanje v kvartarju, občasno polarno hladnem obdobju v zadnjih dveh in pol milijonih let. V ledeni dobi, končala se je šele pred dobrimi deset tisoč leti, so Alpe od severa občasno pokrili ledeniki. Led je prekril tudi gorati del Gorenjske in v obliki dolinskih ledenikov vzdolž alpskih dolin segal tudi v predgorje. Iz manjših stranskih dolinskih in pobočnih ledenikov se je zbiral v Bohinjskem, Dolinskem in Radovinskem ledeniku. Ob drsenju je brusil površje in oblikoval značilne ledeniške doline v obliki črke U.

Tudi ledena doba ni bila ves čas ledena. V dveh milijonih in pol letih so se izmenjevala bolj in manj hladna obdobja, občasno je bilo podnebje celo zelo podobno današnjemu. V zadnjem zelo hladnem obdobju pred približno 20.000 leti sta vzdolž današnjih Save Bohinjke in Dolinke ledeniška jezika segala do širše okolice Radovljice, medtem ko je Radovinski segal nekako do Gorij oziroma do vhoda v Blejski Vintgar. Tam sta se Radovinski in Bohinjski ledenik v nekem obdobju celo stikala. Ker sta vsak s svoje strani narinila velike količine kamninskega drobirja, je na njunem stiku nastal greben, imenovan morena, ki ločuje velika naravna amfiteatra.

Bohinjski ledenik je bil največji ledenik na ozemlju Slovenije. Ob zadnjem poledenitvenem višku pred približno 20.000 leti je najverjetneje presegel debelino 900 m, zato mu je postala dolina Save Bohinjke pretesna in je prekril tudi del Pokljuke. Segal je do loka med Zasipom, Lescami, Radovljico in Selcami. V bližnji okolici Radovljice so ohranjeni vsaj štirje loki končnih moren Bohinjskega ledenika. Najstarejši so na vzhodnem robu radovljiške kotline (Hraše, Šmidol, Lancovo). Tisti med Bledom in Radovljico so nastali v času taljenja zadnjega, torej najmlajšega pleistocenskega Bohinjskega ledenika. Sled dveh zastojev njegovega umikanja se je lepo ohranila v obliki dveh grebenov čelnih moren pri Dobravci.

Med umikanjem iz Blejskega kota je ledenik zastal vsaj še trikrat, kot dokazujejo grebeni čelnih moren pri Pecovci in nad severovzhodnim obrežjem jezera. Starost njihovega nastanka ni natančno znana, so pa mlajše od 20.000 in starejše od 14.000 let.

Velik del drobirja, iztrganega iz podlage, so ledeniki odložili tudi pod sabo v obliki obširnih ravnih zasipov, talnih moren. V večjem obsegu jo najdemo med Bledom in Savo Dolinko. Med Gorjami in Zasipom jo omejuje eden najlepših lokov končne morene pri nas. Posebnost talne morene je, da je precej drobnozrnata, zato slabo prepušča vodo. S to lastnostjo je povezan tako nastanek močvirij, predvsem pa Blejskega jezera.

Za nastanek Blejskega jezera je pomembno tudi obdobje umikanja oziroma taljenja Bohinjskega ledenika ob ogrevanju ozračja po zadnjem ledeniškem maksimumu. Ko se je led talil, so vzpetine na južni strani jezera razdelile ledenik na dva dela. En krak je ustvaril

Ribensko, drugi pa Blejsko kotanjo. Slednja je bila očitno dovolj vodotesna, da se je v njej do danes ohranilo jezero.

Današnja "kotanja" Blejskega jezera je nastala v zadnji ledeniški fazi, v kateri je ledenik izdolbel razmeroma mehke sedimente v podlagi, vsekakor pa sta nastanek in oblika jezera povezana tudi s tektonskimi procesi že pred ledeno dobo in tudi po njej. Sklepamo, da je jezero v sedanji obliki staro približno 14.000 let.

V prevladujoče karbonatnem sedimentu v osrednjem delu jezera močno prevladuje detritična komponenta, ki jo pritoki prinese v jezero v obliki majhnih okruškov starejših kamnin, v nekaterih plitvih delih jezera, na primer v Zaki, pa nastaja prava avtigena jezerska kreda, nastala s kemijskim ali biološkim izločanjem iz nasičene vode. Sediment je bogat z organsko snovjo, žal pa je zaradi lokalnih dotokov tudi nekoliko onesnažen.

S klimatskimi nihANJI so povezane tudi glaciolluvialne terase, ki so jih odložile in vrczale reke vzdolž nekdanjih ledeniških dolin. Praviloma so reke ob ohladitvah podnebja nasipavale velike količine proda, ob otoplitvah pa so ga odnašale. Tako nastale terase so dobro vidne med Šobcem in Lescami, sicer pa prodovi in konglomerati pokrivajo znaten del blejske pokrajine.

Summary

A view from Bled Castle over the hilly Gorenjska reveals that the region is composed mostly of light carbonate rocks – limestones and dolomites. The sediments from which these rocks were formed had been deposited in warm marine environments on shallow continental shelves. Life was particularly diverse on reefs, in lagoons and on shallow coasts. The geological historical record from the widest environs of Bled, however, also bears witness to deep seas, deserts, volcanoes and great tectonic shifts.

The oldest rocks in the Gorenjska region date back to the beginning of Devon some 400 million years ago. In those times, reefs with corals, sponges and other reef organisms began to grow in the tropical belt's shallow sea. Lagoons behind the reefs were lined with meadows of sea lilies, while deep waters in front of the reefs were teaming with trilobites, orthoceras and fish.

The region peeked out of the sea for the first time in the Carboniferous period some 300 million years ago, when variscic mountain chain was formed. In the vast deltas, the deposited quartz pebbles cemented together into conglomerate rock. With increasing distance from the mainland, the sediment was becoming increasingly finer. The silty bottom of the coastal belt was inhabited by brachiopods, trilobites, sea lilies, bryozoans, gastropods, seashells and Foraminifera, all of which have been preserved in limestones. In somewhat deeper waters, smallish lobed reefs with algae, bryozoans and corals began to form. The most numerous fossil remains of this lush life have survived in claystones, siltstones and limestones in the vicinity of Javorniški Rovt above Jesenice and in Dovžan Gorge near Tržič.

At the end of the Early Permian about 270 million years ago, the mountains began to rise again. All kinds of stones piled up on tidal flats at the feet of the mountains and gradually cemented together into Tarvis breccia. Retreating of the sea continued and in the hot desert climate the riverbeds were filled with water only occasionally. When water was plentiful, gravel, sand, silt and clay were deposited, from which colourful Gröden rocks were formed.

Perhaps the greatest geological peculiarity of Bled and its environs has been preserved from the very period when only these violet-red land sediments were deposited all over the Southern Alps. Only at Straža near Bled and above Bohinjska Bela, the so-called neoschwagerine limestones can be found, which bear witness to the former marine bay with small lobed reefs and spherical neoschwagerine Foraminifera, brachiopods, sea urchins and unusual gastropods that lived on carbonate silt around them.

Towards the end of the Permian, the sea began to inundate this part of the world once more. On salty tidal flats, dolomite began to form. At the turn of the Permian to the Triassic Periods some 250 million years ago, the Earth was hit by the most radical mass extinctions in the geological history. Amongst many living beings, the fight for survival was lost for good by the masters of Paleozoic seas, the trilobites. On the vast Early Triassic carbonate plate, very diverse rocks were formed, which can be found all over the Karavanke Mts as well as in the Julian Alps, although to a much smaller extent.

At the beginning of the Middle Triassic, in the Anisian, only grey dolomites and limestones with rare algae and Foraminifera, of which the rockwalls of Grajski hrib (Castle Hill) and Bled Islet are composed, were formed on the uniform carbonate plate. This period was followed by the events associated with tectonic shifts that immensely changed the environment of that time. The continental crust began to open up, and the vast carbonate platform started to fall apart. Along deep faults, huge blocks of land began to sink into the deeper sea. This is where thin layers of black limestones with layers and lenses of chert were formed. The tectonic activities were accompanied by mighty volcanism. The explosive volcanoes spewed great quantities of ash, which agglutinated into tuff. Volcanic rocks reached the surface also from underwater volcanoes and along deep faults. The most picturesque record from this period has been preserved in greenish and reddish volcanic rocks in the vicinity of Kamna Gorica, in some places on Jelovica and on Pokljuka, at Bohinj and in the Karavanke Mts.

In the Late Triassic, the shallow-sea Julian carbonate plate covered the greater part of Gorenjska, whereas the southern fore-mountains of the Julian Alps were sunk several hundred metres in the depths of the sea, where dark limestones and dolomites with cherts were formed in the rift valley known as the Slovenian Basin. The tidal belt on the carbonate shelf was covered by mats of cyanobacteria, which have been preserved as stromatoliths in rocks. The subtidal belt was inhabited by megalodonts, the giant seashells. The highest platform parts peeked out of the water occasionally and were gradually karstified. About the life in the sea of that time speaks the skeleton of a fish found in Mt Triglav rockwall. A very similar environment was also home to the somewhat older ammonite preserved in a stone table made of red Hotavlje limestone, standing in the courtyard of Bled Castle. In the Early Triassic, no less than 1,200 metres of Dachstein limestone and major dolomite, the stacks of which compose the greater part of mountain peaks of the Julian Alps, Karavanke Mts and Kamniško-Savinjske Alps, were formed on the Julian carbonate plate. Owing to the slow carbonate secretion in the deep sea, only up to 350 metres of dark grey Bača dolomite with tubers or chert lenses were deposited at approximately the same time in the Slovenian Basin. It can be seen in the belt stretching from Kobarid to Kranj.

In the Early Jurassic, the shallow underwater sank gradually, and the increasingly deep sea became home to various cephalopods, the ancestors of squid and cuttlefish. Ammonite shells have been preserved in red nodular limestones of the ammonitic rosso type on the slope of Begunjščica in the Karavanke Mts and in the Valley of Triglav Lakes in the Julian Alps. The sea floor was inhabited by different brachiopods, gastropods, seashells and sea lilies.

In the beginning of the Cretaceous Period some 140 million years ago, tectonic shifts began to take place, which eventually led to the origin of the Alps. The territory rose gradually and remained a land for some 40 million years. It was as late as in the Oligocene, approximately 30 million years ago, that part of the Gorenjska region was inundated by the sea for the last time from the west. The sea spread into central Slovenia, where marine clay was deposited. Tectonic activities were accompanied by powerful volcanism. One of the characteristic volcanic rock from this era is the green andesite tuff. After the place of the quarry in which it used to be excavated, it is called the Peračica tuff. In spite of the powerful volcanism, life in the Oligocene

sea was flourishing, as witnessed by the numerous corals, gastropods and seashells found at Poljščica near Podnart.

In Miocene, the sea retreated from this part of the world for good. On land, surface geological processes began to take place. A particularly strong impact on surface formation was exerted by the events in the Quaternary, the occasionally polar-cold period in the last two million and a half years. In the Ice Age, which ended only a good ten thousand years ago, the Alps were now and then covered by glaciers from the north. The ice encased the hilly part of Gorenjska and reached, in the form of valley glaciers along the Alpine valleys, the fore-mountains as well. From smaller side valley and slope glaciers it piled up in the Bohinj, Dolinski and Radovinski glaciers. While sliding, it was grinding the surface and forming the characteristic glacial U-shaped valleys.

The Ice Age was not permanently icy either. In the two million and a half years, more and less cold periods exchanged, and at times the climate was even very reminiscent of the climate we have today. In the last very cold period some 20,000 years ago, the glacier tongues along the modern-day Sava Bohinjka and Sava Dolinka Rivers reached the wider environs of Radovljica, while the Radovinski tongue reached the area of Gorje or the entrance to Blejski Vintgar (Bled Gorge), where the Radovinski and Bohinj glaciers were even in direct contact in a certain period. As they both folded huge quantities of rock debris from their own sides, a moraine was formed at their contact, which separates the great natural amphitheatres. The Bohinj glacier was the largest glacier in Slovenian territory. During the last glaciation peak about 20,000 years ago, it most probably exceeded the thickness of 900 metres, which is the reason why the Sava Bohinjka Valley became too tight for it. Thus it covered part of Pokljuka as well, reaching the arc between Zasip, Lesce, Radovljica and Selce. In the vicinity of Radovljica, at least four arcs of terminal moraines of the Bohinj glacier have been preserved. The oldest are located on the eastern edge of the Radovljica Basin (Hraše, Šmidol, Lancovo). Those between Bled and Radovljica were formed during the melting of the last, i.e. the youngest Pleistocene Bohinj glacier, with traces of its retreat well preserved in the form of two ridges of the frontal moraines near Dobravca.

During its retreat from Bled Corner, the glacier came to a standstill at least three times, as evidenced by the ridges of frontal moraines near Pecovca and above the northeastern shore of the lake. The precise age of their origin is not known, but they are certainly younger than 20,000 years and older than 14,000 years.

The greater part of the debris torn from the substrate was deposited by the glaciers also beneath them in the form of vast ground moraines, to a larger extent between Bled and the Sava Dolinka River. Between Gorje and Zasip, it is bound by one of the most attractive terminal moraine arcs in our country. A special feature of the ground moraine lies in its fine granular structure and therefore in its low water permeability. Closely associated with this property is the origin of marshes and, above all, of Lake Bled.

Significant for the origin of Lake Bled is also the period of retreat (melting) of the Bohinj glacier owing to the atmospheric warming after the last glacial maximum. During its melting, the slopes on the south side of the lake divided the glacier into two parts, with one arm creating the Ribno basin, the other the Bled basin. The latter was clearly sufficiently watertight for the lake to be preserved in it till this very day.

The modern-day »basin« of Lake Bled was formed in the last glacial period, when the glacier chiselled out the relatively soft sediments in the substratum. In any case, however, the origin and shape of the lake is closely associated with tectonic processes even prior to the Ice Age and after it as well. It is believed that in its present form the lake is some 14,000 years old.

In the prevailing carbonate sediment in the central part of the lake, the detritic component greatly predominates. It is brought to the lake by its tributaries in the shape of older rocks'

fragments, while in some shallow parts of the lake, for example at Zaka, a true authigenic lake chalk is formed, originating through chemical and biological excretion from the saturated water. The sediment is rich with organic matter but is, unfortunately, somewhat polluted owing to the local inflows.

Closely associated with climatic oscillations are also the glaciofluvial terraces, deposited and incised by rivers along the former glacial valleys. During climate cooling, the rivers brought, as a rule, huge quantities of gravel, and washed it away during the climate warming. The terraces formed in this way are well visible between Šobec and Lesce, with gravel and conglomerates otherwise covering a significant part of the Bled landscape.

Literaturni viri:

- ANDRIČ, M., J. MASSAFERRO, U. EICHER, B. AMMANN, M. C. LEUBENBERGER, A. MARTINČIČ, E. MARINOVA & A. BRANCELJI, 2009: A multi-proxy Late-glacial palaeoenvironmental record from Lake Bled, Slovenia. *Hydrobiologia* 631: 121–141.
- BAVEC, M., 2006: Razsežnost in dinamika Bohinjskega ledenika v poznem Pleistocenu = The extent and the dynamics of the Late Pleistocene Bohinj glacier. V: B. REŽUN (ur.) *2. slovenski geološki kongres, Idrija, 26.-28. september 2006. Zbornik povzetkov, Idrija: Rudnik živega srebra v zapiranju*: 35–36.
- BAVEC, M., M. NOVAK & U. HERLEIC, 2008: Geološke lastnosti Blejskega jezera in bližnje okolice. V: A. GASPARI (ur.) *Neznano Blejsko jezero : podvodna kulturna dediščina in rezultati arheoloških raziskav : Underwater cultural heritage and the results of archaeological research, (Vestnik, št. 20)*. Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije: 40–45.
- BUSER, S., 1986: *Tolmač listov Tolmin in Videm (Udine). Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000*. Zvezni geološki zavod, Beograd: 103 pp.
- BUSER, S., 1980: *Tolmač lista Celovec. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000*. Zvezni geološki zavod, Beograd: 62 pp.
- BUSER, S., 2009: *Geološka karta Slovenije 1 : 250.000. (Geological Map of Slovenia 1 : 250,000)*. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.
- ČERMELI, B., J. FAGANELI, B. OGORELEC, J. PEZDIČ & B. SMODIŠ, 1996: The origin and recycling of sedimented biogenic debris in a subalpine eutrophic lake (Lake Bled, Slovenia). *Geochemistry* 32: 69–91.
- DOLENEC, T., J. PEZDIČ, B. OGORELEC & M. MIŠIČ, 1984: Izotopska sestava kisika in ogljika v recentnem sedimentu iz Blejskega jezera in v pleistocenski jezerski kredi Julijskih Alp. = The isotopic composition of oxygen and carbon of the recent sediment from the Bled Lake and of the Pleistocene lacustrine chalk from the Julian Alps. *Geologija* 27: 161–170.
- FLÜGEL, E., V. KOCHANSKY-DEVIDÉ & A. RAMOVŠ, 1984: A Middle Permian Calcisponge/Algal/Cement Reef: Straža near Bled, Slovenia. *Facies* 10: 179–256.
- FLÜGEL, E., A. RAMOVŠ & I. I. BUCUR, 1993: Middle Triassic (Anisian) Limestones from Bled, Northwestern Slovenia: Microfacies and Microfossils. *Geologija* 36: 157–181.
- GRAFENAUER, S., 1980: Petrologija triadnih magmatskih kamnin na slovenskem. *Dela IV. razreda SAZU* 25, 1–220.
- GRAFENAUER, S., 1983: Triadne magmatske kamnine vzhodne Slovenije. *Geologija* 26: 188–241.
- GRMŠIČAR, A., 1955: Zapiski o geologiji Bleda. *Geologija* 3: 220–225.
- JURKOVŠEK, B., 1987: *Tolmač listov Beljak in Ponteba. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000*. Zvezni geološki zavod, Beograd: 58 pp.
- KOCHANSKY-DEVIDÉ, V. & A. RAMOVŠ, 1955: Neoschwagerinski skladi in njih fuzulinidna favna pri Bohinjski Beli in Bledu. *Razprave IV. razr. SAZU* 3: 359–424.

- KUŠČER, D., 1955: Prispevek h glacialni geologiji Radovljiške kotline. *Geologija* 3: 136–150.
- LANE, C. S., M. ANDRIĆ, V. L. CULLEN, S. P. E. BLOCKLEY, 2011: The occurrence of distal Icelandic and Italian tephra in the Lateglacial of Lake Bled, Slovenia. *Quat. sci. rev.* 30/9-10: 1013-1018.
- MIHAJLOVIČ, M. & A. RAMOVŠ, 1965: Liadna cefalopodna favna na Begunjščici v Karavankah. *Razprave IV. razr. SAZU* 8: 419-438.
- MOLNAR, F. M., P. ROTHE, U. FÖRSTNER, J. ŠTERN, B. OGORELEC, A. ŠERCELJ & M. CULIBERG, 1978: Lakes Bled and Bohinj: origin, composition, and pollution of recent sediments. *Geologija* 21: 93–164.
- NOVAK, M. & M. BAVEC, 2011: Geologija grajskega hriba. V: M. VIDIC (ur.) *Blejski grad : 1000 let prve omembe*. Muzcjsko društvo, Zavod za kulturo, Ljubljana; Narodni muzej Slovenije, Bled: 69–75.
- OGORELEC, B., B. BOLE, J. LEONIDAKIS, B. ČERMELJ, M. MIŠIČ & J. FAGANELI, 2006: Recent sediment of Lake Bled (NW Slovenia): sedimentological and geochemical properties. *Water, air & soil pollution, Focus* 6: 505–513.
- RAMOVŠ, A., 1972: Mittelpermische Klastite und deren Marine Altersäquivalente in Slowenien, NW Jugoslawien. *Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud* 20: 35–45.
- RIŽNAR, I., B. KOLER & M. BAVEC, 2005: Identifikacija potencialno aktivnih struktur vzdolž reke Save na podlagi topografskih podatkov in podatkov nivelmanskega vlaka. = Identification of potentially active structures along the Sava River using topographic, and leveling line data. *Geologija* 48/1: 107-116.
- ŠKABERNE, D., Š. GORIČAN & J. ČAR, 2003: Kamnine in fosili (radiolariji) iz kamnoloma Kamna Gorica. *Vigenjc (Kropa)*, 1. 3: 85–99.
- ŠERCELJ, A., 1970: Würmska vegetacija in klima v Sloveniji. *Razprave IV. razreda SAZU* 13: 211–249.
- ŠIFRER, M., 1969: Kvartarni razvoj Dobrav na Gorenjskem. *Geografski zbornik* 11: 99–221.
- ŠIFRER, M., 1992: Geomorfološki razvoj Blejsko-radovljiške ravnine in Dobrav v kvartarju. *Radovljiški zbornik*: 6–14.

Potresna dejavnost

Seismic activities

†Renato VIDRIH¹

Izvleček

Ozemlje Slovenije leži na potresno aktivnem območju. Bled in okolico je v znani potresni preteklosti (od leta 567. n. št. dalje) prizadelo zatreslo 65 potresov, ki so jih dobro čutili tamkajšnji prebivalci. Najmočnejši potres na Slovenskem se je pustošil leta 1511. Potresnih sunkov ni vzdržal niti blejski grad, čeprav je bil zidan na trdni skali. Nekaj posledic pa je v okolici Bleda pustil tudi potres 12. aprila 1998 v Zg. Posočju.

Ključne besede: potres, blejski grad, Bohinjsko jezero

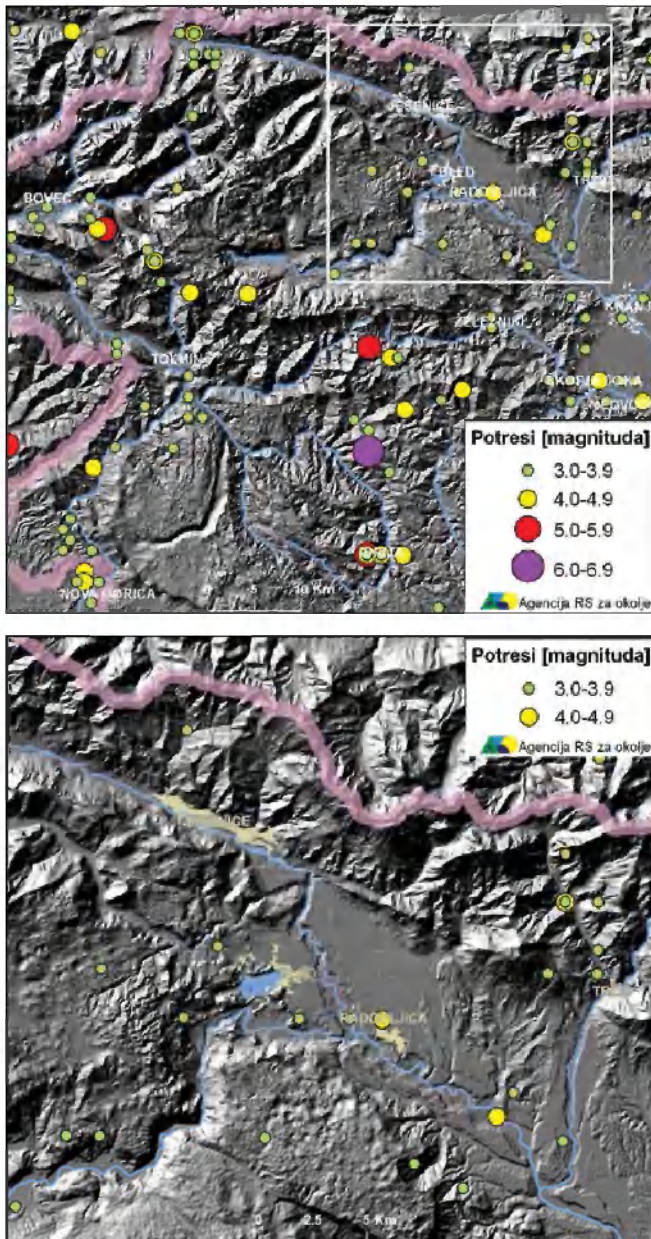
Abstract

Slovenian territory is situated in seismically active region. In the known seismic history (from 567 AD on), Bled and its environs were hit by 65 earthquakes, which were all well felt by the local inhabitants. The strongest earthquake in Slovenia occurred in 1511. Earthquake shocks could not be sustained even by Bled Castle, although built on a huge solid rock. Some consequences were left at Bled and its environs also by the earthquake that took place on April 12th 1998 in Posočje (the Upper Soča Valley).

Key words: earthquake, Bled Castle, Lake Bohinj

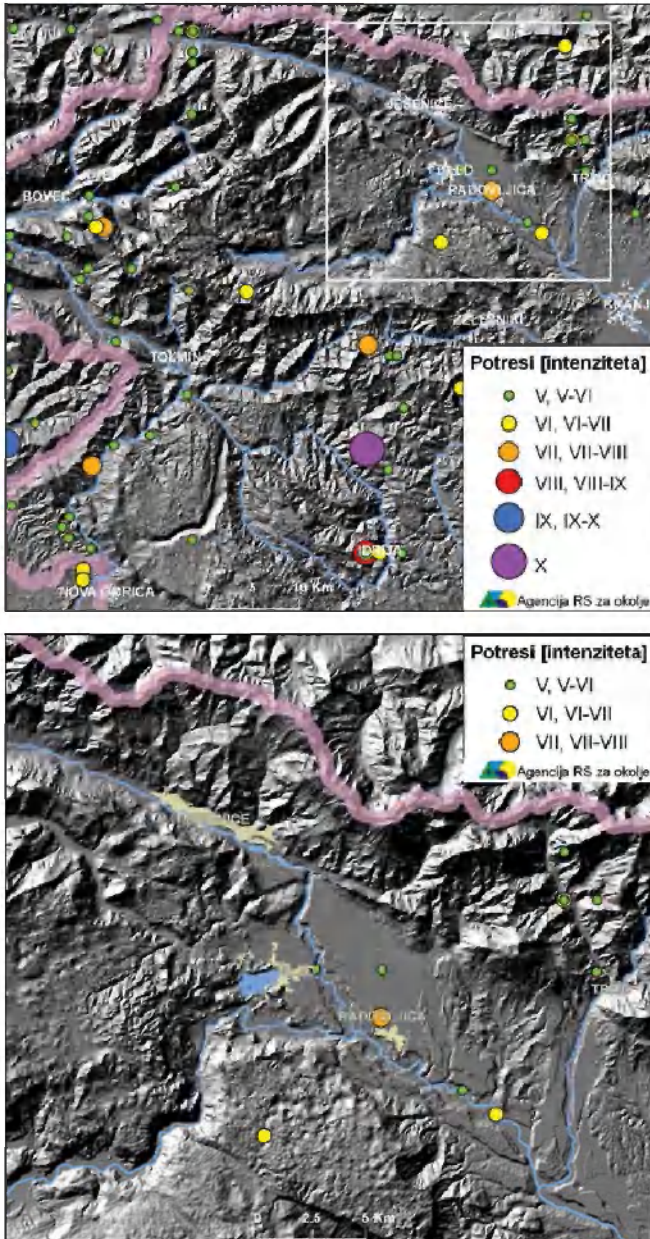
Glavna razloga za nastajanje potresov v Sloveniji sta zapleteni geološka in tektonska zgradba. Afriška plošča pritiska na evrazijsko, kar je v geološki zgodovini povzročilo dvig Alp. V strukturno tektonskem smislu pripada obravnavano območje Južnim Alpam, ki jih prečkajo številni prelomi. Potekajo v različnih smereh, najštevilčnejši potekajo v dinarski smeri od severozahoda proti jugovzhodu in so potresno najbolj aktivni. Manj aktivni so prečno dinarski prelomi s smerjo severovzhod - jugozahod. Med aktivne strukture pa štejemo tudi narive s smerjo sever - jug.

¹ ARSO, Urad za seizmologijo in geologijo, Dunajska 47, 1000 Ljubljana



SI. 1: Magnitude potresov v skrajnem severozahodnem delu Slovenije. Upoštevani so vsi potresi, ki so nastali na tem območju od leta 567 n. št. dalje. Slika prikazuje magnitudo potresov v širši okolici Bleda (avtor Vladimir Ribarič, obdelava karte Polona Zupančič).

Fig 1: The magnitudes of earthquakes in the extreme northwestern part of Slovenia. All earthquakes that occurred in this area from 567 AD onwards have been taken into account. Figure shows the magnitudes of earthquakes in the wider surroundings of Bled (author Vladimir Ribarič, chart prepared by Polona Zupančič).



SI. 2: Intenzitete potresov v skrajnem severozahodnem delu Slovenije. Upoštevani so vsi potresi, ki so nastali na tem območju od leta 567 n. št. dalje in so preseгли V. stopnjo po EMS . Slika prikazuje intenzitete potresov v širši okolici Bleda (avtor Vladimir Ribarič, obdelava karte Polona Zupančič).

Fig. 2: The intensities of earthquakes in the extreme northwestern part of Slovenia. All earthquakes that occurred in this area from 567 AD onward and surpassed grade 5 on the EMS have been taken into account. Figure shows the intensities of earthquakes in the wider surroundings of Bled (author Vladimir Ribarič, chart prepared by Polona Zupančič).

Bled in okolico je v znani potresni preteklosti (od leta 567. n. št. dalje), prizadelo zatreslo 65 potresov, ki so jih dobro čutili tamkajšnji prebivalci. Od tega je le nekaj takih, ki so dosegli ali preseгли V. stopnjo po evropski makroseizmični lestvici (EMS – 12-stopenjska potresna lestvica) in povzročili manjšo ali večjo gmotno škodo (glej preglednico). Od skupnega števila je devetnajst potresov doseglo III. stopnjo, enajst potresov med III. in IV. stopnjo, osemnajst potresov IV. stopnjo, štirje potresi med IV. in V. stopnjo, sedem potresov V. stopnjo, štirje potresi VI. stopnjo, en potres med VI. in VII. stopnjo in en potres VII. stopnjo po EMSi.

Poleg teh potresov, katerih žarišča so nastala na širšem območju Bleda, pa so imeli na ta prostor velike učinke potresi, katerih žarišča so nastala drugod, vendar je njihov vpliv zajel tudi obravnavano območje. Omeniti velja predvsem veliki idrijski potres leta 1511, v zadnjem času pa potres v zg. Posočju leta 1998.

Potres na Idrijskem leta 1511

Že tako razgibano dogajanje v začetku 16. stoletja v naših krajih je zaokrožil najmočnejši potres na Slovenskem. Nastal je 26. marca 1511 med 14.00. in 14.30 h uro in 30 minut po svetovnem času. Nekateri menijo, da sta bila v kratkem časovnem razmiku dva močna sunka. Prvi naj bi bil ob omenjenem času nastal na Idrijskem, drugi pa okoli 21. ure v Furlaniji. Prvi potres je imel magnitudo 6,9, drugi pa med 7,0 in 7,2. Globina prvega je bila med 15 in 20 km, drugega pa okoli 20 km. Na obsežnem nadžariščnem območju so največji učinki dosegli med IX. in X. stopnjo po EMS. Polmer potresnih učinkov je bil okoli 750 km, kar pomeni več kot 1,7 milijona km² veliko območje. Potres je po nekaterih podatkih zahteval 12.000 žrtev, vendar čeprav nekatere novjše raziskave kažejo na manjše število. Potresni sunki so porušili ali močno poškodovali predvsem zidane zgradbe, potres pa ni prizanesel niti lesenim hišam.

Tabela 1. Pregled zgodovinskih potresov z žarišči na območju Bleda in okolice, ki so dosegli ali preseгли V. stopnjo po EMS lestvici.

Table 1. A review of historical earthquakes with hypocenters in the area of Bled and its environs that surpassed grade 5 on the EMS.

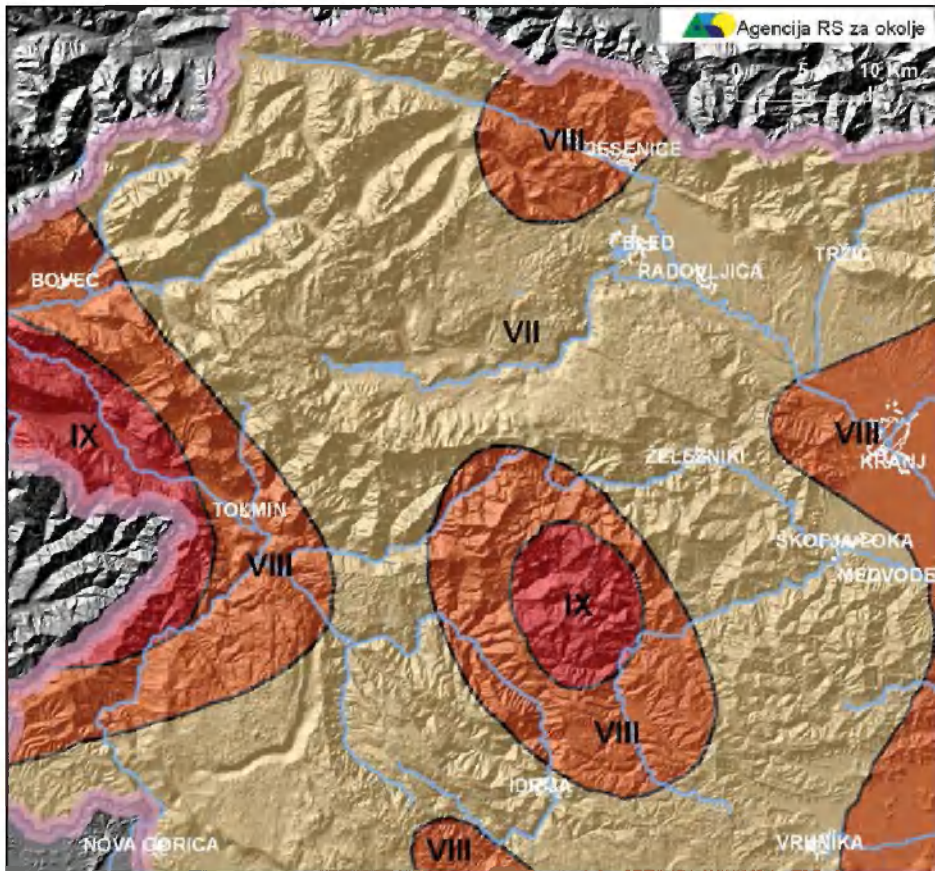
Datum	Čas nastanka ura min sek UTC (svet. čas)	Koordinati nadžarišča	Globina žarišča (km)	Magnituda	Intenziteta EMS
21. 05. 1903	15 45 00	46,32 14,22	4	2,8	V
23. 02. 1915	22 35 00	46,37 14,17	2	2,8	V
15. 03. 1907	02 00 00	46,37 14,13	5	3,0	V
01. 05. 1906	00 30 00	46,40 14,28	8	3,6	V
10. 06. 1951	15 38 04	46,40 14,30	10	3,7	V
20. 11. 1833	00 25 00	46,37 14,30	11	3,8	V
22. 12. 1919	17 12 00	46,42 14,28	7	3,9	V
16. 08. 1968	21 33 47	46,30 14,10	14	3,8	VI
11. 08 1830	12 20 00	46,49 14,27	7	3,9	VI
25. 01. 1862	00 20 00	46,49 14,27	7	3,9	VI
02. 09. 1929	05 52 00	46,40 14,28	14	4,6	VI
16. 07. 1977	13 13 30,6	46,31 14,24	8	4,1	VI-VII
13. 10. 1869	03 30 00	46,35 14,17	7	4,5	VII

Veliko škodo je potres povzročil na Gorenjskem, predvsem v Škofji Loki, saj je bilo mesto z gradom v celoti porušeno, ostali so le leseni objekti. Porušeni so bili tudi bližnji smledniški grad in Novi grad pri Preddvoru, gradovi v okolici Tržiča, poškodovan je bil grad Kamen nad dolino Drage pri Begunjah. Potresnih sunkov ni vzdržal niti blejski grad, čeprav je bil zidan na trdni skali. Na Gorenjskem so bili porušeni ali močno poškodovani tudi gradovi v Radovljici in v Kamniku. Uničujočievalni učinki potresa so segali tudi v Ljubljano, kjer je bil močno poškodovan ljubljanski grad. Na Dolenjskem sta bila od imenitnejših utrdb poškodovana turjaški grad in grad Prežek pod Gorjanci. Uničeni so bili tudi gradovi na Tolminskem, na Notranjskem pa gradovi v Postojni, v Polhovem Gradcu in v Planini pri Rakeku.



Sl. 3: Ob vhodu na blejski grad nas spominska plošča z letnico 1518 opozarja na obnovo gradu po potresu leta 1511. Foto: Renato Vidrih

Fig. 3: At the entrance to Bled Castle, a memorial plaque dated 1518 calls our attention to the Castle's renovation after the 1511 earthquake. Photo: Renato Vidrih



Sl. 4: Karta potresne nevarnosti skrajnega severozahodnega dela Slovenije uvršča Bled z okolico med območja z relativno majhno potresno intenziteto (VII. stopnja EMS), vendar pa lahko v neposredni bližini (zgornje Posočje, Idrijsko) nastajajo močnejši potresi, ki tudi vplivajo na obravnavani prostor (avtor Vladimir Ribarič, obdelava karte Polona Zupančič).

Fig. 4: The seismic hazard map of the extreme northwestern part of Slovenia classifies Bled and its environs among the areas with relatively small seismic intensity (grade 7 on the EMS). In its immediate vicinity (Upper Soča Valley, Idrija area), however, stronger earthquakes may occur that could also affect the area under consideration (author Vladimir Ribarič, chart prepared by Polona Zupančič).

Potres 12. aprila 1998 v zg. Posočju

Potres z največjimi posledicami v 20. stol. in žariščem v Sloveniji je pustošil nastal 12. aprila 1998 v zgornjem Posočju. Potres je bil ob 10. uri in 55 minut po svetovnem času oz. dve uri kasneje po lokalnem. Imel je magnitudo ($M_L=5,6$), največji učinki pa so dosegli med VII. in VIII. stopnjo po EMS. Koordinati nadžarišča sta 46,31 N in 13,63 E, žarišče pa je bilo v globini 8 km. Poleg velike gmotne škode v zg. Posočju je njegov vpliv segal tudi do Bohinjskega jezera, kjer je del obale zdrsel v vodo, in Vogla, kjer je bil poškodovan Ski hotel. Učinki so dosegli med VI. in VII. stopnjo po EMS. Proti Bledu so se zmanjšali in dosegli V. stopnjo po EMSi.



Sl. 5: Ob potresu 12. aprila 1998 z žariščem v zg. Posočju je obala Bohinjskega jezera zdrsela v vodo v dolžini več deset metrov. Potres je povzročil zdrs že tako razmočene zemljine, v ozadju pa so nastale nove razpoke, ob katerih bodo po vsej verjetnosti ob povečani potresni dejavnosti nastali novi zdrsi. Najverjetnejši mehanizem zdrsa je prisotnost vmesne plasti drobno zrnatih rahlo odloženih jezerskih sedimentov, prepojenih z vodo, ki leži med ledenišskimi morenskimi nanosi in pobočnimi grušči. Ob tej plasti je prišlo ob potresu do zdrsa vseh zgoraj ležečih plasti proti jezeru. Foto: Renato Vidrih

Fig. 5: During the earthquake on April 12th 1998 with the hypocenter in the Upper Soča Valley, the shore of Bohinj Lake slid into the water at a length of several tens of metres. The earthquake caused sliding of soggy soil, with new earth cracks emerging in the background, along which new slides will most probably occur during increased seismic activities. The most probable mechanism of slides is the intermediate layer of finely granulated and softly deposited lake sediments soaked with water, which lies between glacial moraine deposits and rubble-slopes. Along this layer, all layers situated above it slid towards the lake during the 1998 earthquake. Photo: Renato Vidrih

Povzetek

Glavna razloga za nastajanje potresov v Sloveniji sta zapleteni geološka in tektonska zgradba. Afriška plošča pritiska na evrazijsko, kar je v geološki zgodovini povzročilo dvig Alp. Bled in okolico je v znani potresni preteklosti (od leta 567 n. št. dalje) prizadelo 65 potresov, ki so jih dobro čutili tamkajšnji prebivalci. Od tega je le nekaj takih, ki so dosegli ali presegli V. stopnjo po lestvici EMS (12-stopenjska evropska potresna lestvica) in povzročili manjšo ali večjo gmotno škodo. Poleg teh potresov, katerih žarišča so nastala na širšem območju Bleda, pa so imeli na ta prostor velike učinke potresi, katerih žarišča so nastala drugod, vendar je njihov vpliv zajel tudi obravnavano območje. Omeniti velja predvsem veliki idrijski potres leta 1511, v zadnjem času pa potres v zg. Posočju leta 1998.

Že tako razgibano dogajanje v začetku 16. stoletja v naših krajih je zaokrožil najmočnejši potres na Slovenskem. Nastal je 26. marca 1511 med 14. in 14. uro in 30 minut po svetovnem času. Veliko škodo je potres povzročil na Gorenjskem, predvsem v Škofji Loki, saj je bilo mesto z gradom v celoti porušeno, ostali so le leseni objekti. Porušeni so bili tudi bližnji smledniški grad in Novi grad pri Preddvoru, gradovi v okolici Tržiča, poškodovan je bil grad Kamen nad dolino Drage pri Begunjah. Potresnih sunkov ni vzdržal niti blejski grad, čeprav je bil zidan na trdni skali.

Potres z največjimi posledicami v 20. stol. in žariščem v Sloveniji je nastal 12. aprila 1998 v zgornjem Posočju. Potres je bil ob 10. uri in 55 minut po svetovnem času oz. dve uri kasneje po lokalnem. Imel je magnitudo ($M_L=5,6$), največji učinki pa so dosegli med VII. in VIII. stopnjo po EMS. Poleg velike gmotne škode v zg. Posočju je njegov vpliv segal tudi do Bohinjskega jezera, kjer je del obale zdrsel v vodo, in Vogla, kjer je bil poškodovan Ski hotel. Učinki so dosegli med VI. in VII. stopnjo po EMS. Proti Bledu so se zmanjšali in dosegli V. stopnjo.

Summary

The main reasons for the occurrence of earthquakes in Slovenia are the country's complex geological and tectonic structure. The African plate presses against the Eurasian plate which led, in the geological history, to a rise of the Alps. In the known seismic history (from 567 AD on), Bled and its environs were hit by 65 earthquakes, which were all well felt by the local inhabitants. Some of these reached, or even surpassed, grade 5 on the EMS (12-grade European Macroseismic Scale) and caused minor or major material damages. Apart from these earthquakes with hypocenters in the wider environs of Bled, this area was affected by earthquakes with hypocentres elsewhere, but still had certain consequences on the area under consideration. The most noteworthy among them are the earthquake that hit Idrija in 1511 and the one that took place more recently, i.e. in 1998 in Posočje (the Upper Soča Valley).

The highly dynamic events at the beginning of the 16th century were rounded up by the strongest earthquake of all times in our country. It occurred on March 26th 1511 between 14.00 and 14.30 hrs world time. The quake caused great damages in the Gorenjska region, particularly in Škofja Loka, for the town with its castle was completely destroyed, with only wooden facilities spared. The nearby Smlednik Castle and Novi grad (New Castle) near Preddvor suffered the same fate, while Kamen (Stone) Castle above the Draga valley near Begunje was badly damaged. Earthquake shocks could not be sustained even by Bled Castle, although built on a solid rock.

The earthquake with dire consequences in the 20th century and hypocenter in Slovenia took place on April 12th 1998 in Posočje. It shook the ground at 10.55 hrs world time (2 hours later local time). Its magnitude was $M_L=5,6$, with greatest seismic intensity between grades 5 and 6 on the EMS. Apart from the great material damage caused in Posočje, its influence reached

Lake Bohinj, where a part of its shore slid into the water, and Mt Vogel, where Ski Hotel was damaged. The magnitude oscillated between grades 6 and 7 on the EMS. Towards Bled, the earthquake effects were slightly reduced, reaching grade 5 on the EMS.

Literaturni viri:

- RIBARIČ, V., 1982. *Seizmičnost Slovenije. Katalog potresov*. Seizmološki zavod SR Slovenije, 649 str., Ljubljana.
- RIBARIČ, V., 1987. *Seizmološka karta za povratno periodo 500 let*. Zajednica za seizmologiju SFRJ, Beograd.
- VIDRIH, R., RIBIČIČ, M., 1999. Porušitve naravnega ravnotečja v hribinah ob potresu v Posočju 12. aprila 1998 in Evropska potresna lestvica (EMS-98), *Geologija* 41, 365-410.
- VIDRIH, R., RIBIČIČ, M., 1999. Potres 12. aprila v zgornjem Posočju. Posledice v naravi. *Potresi v letu 1998* (ur. J. LAPAJNE), 121-144.

Minerali

Minerals

Miha JERŠEK¹

Izvleček

V predgorju Julijskih Alp so bila v preteklosti pomembna nahajališča železovih rud; v obliki skorjastih limonitnih rud in bobovcev, ki jih je izkoriščal tudi baron Žiga Zois. Nahajališč rudnih mineralov je v širšem območju Bleda veliko in so zelo raznovrstna. Tako so pridobivali živo srebro, mangan, baker in še nekatere druge kovine. V okolici Bleda je tudi več najahajališč kristalov kalcita, med katerimi so tudi metrski kristali tega minerala, sorazmeromano redke pa so najdbe sadre. Med okrasnimi kamni je uporaben jaspis.

Ključne besede: minerali, Bled, kalcit, bobovec, Žiga Zois

Abstract

In the fore-mountains of the Julian Alps, some major sites of iron ore in the shape of crusty limonite ores and ironstones could be found in the past. One of the people that exploited them was Baron Žiga Zois. In the wider environs of Bled, there are several and very diverse sites of ore minerals, where mercury, manganese, copper and some other metals were extracted. Around Bled, a number of sites with calcite crystals, some of them reaching even a metre in size, can also be found, while gypsum is fairly rare. Among ornamental stones, jasper can be utilized.

Key Words: minerals, Bled, calcite, ironstone, Žiga Zois

Minerali, kristali, kamnine ali preprosto kamni so od nekdaj vzbujali zanimanje. Naši predniki so v kamnu iskali orodje, gradbeni material za gradnjo in surovino, iz katere so se naučili pridobivati vse bolj cenjene kovine. Ob vsem tem pa so jim bili kamni vseskozi preprosto všeč in zato so ga uporabljali za okras. V širši okolici Bleda je nekaj znamenitih nahajališč mineralov, ki so v zgodovini odkrivanj mineralnih bogastev posameznih dežel pomenila pomembno naravno vrednoto, ki jo cenimo še danes.

¹ Prirodoslovni muzej Slovenije / *Slovenian Museum of Natural History*, Prešernova 20, 1000 Ljubljana, mjersek@pms-lj.si

Mineralno bogastvo Bleda in njegove širše okolice so zaznamovale predvsem nekatere rude. Na prvem mestu so nahajališča zelo svojevrstne in sorazmeromano redke bobove in skorjaste limonitne železove rude. Danes so gospodarsko povsem nepomembne, v zgodovini pa ni bilo tako.

Rudišča bobovih in skorjastih železovih rud najdemo v severnem hladnem pasu, kjer vladata mrzla klima in so razvite tundrae. Lahko nastanejo v močvirjih ali jezerih. V močvirjih se voda zaradi razpadanja rastlinskih ostankov obogati s CO_2 . Ko pronica skozi talninske plasti, ki vsebujejo trovalentno železo, slednjega reducirajo v dvovalentno in nastane železov bikarbonat. Ko pride pronicaujoča voda v stik s podtalnico, ki je bogata s kisikom, pride do oksidacije bikarbonata in tako nastane plast železove rude. S postopnim skorjastim priraščanjem na zunanji površini so nastale skorjaste limonitne rude in bobovci. Možnost za ohranitev jezerskih in močvirskih sedimentov, in s tem tudi prvotnega nahajališča bobove železove rude, je razmeroma majhna. Zato bobovce najdemo tudi kot netopen ostanek zakrasevanja v kraških jamah, breznihi oziroma vrtačah.

To razmeroma bogato železovo rudo so iskali na površju, ponekod tudi v rovih, ki se prepletajo s kraškimi jamami. Na Slovenskem, in še posebno v širši okolici Bleda, je poseben pečat rudarstvu in fužinarstvu dala rodbina Zois. Michelangelo Zois je opravljjal te dejavnosti v zlatih časih železarstva. Rude je bilo bolj ali manj razmeroma dovolj. Z enaindvajsetimi leti je njegov sin Sigmund (Žiga) Zois postal družabnik v podjetju. Po očetovi smrti in smrti očetovega nečaka Bernardina Zoisa je Sigmund v celoti prevzel fužine na Gorenjskem: v Bohinjski Bistrici, Stari Fužini, Radovni, Mojstrani, na Javorniku ter železarno v Mislinji na Štajerskem.



Sl. 1: Skorjasta limonitna ruda (v sredini, 8 x 9 cm) in bobovci iz Pokljuke, zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije, foto Miha Jeršek.

Fig. 1: Crusty limonite ore (in the middle, 8 x 9 cm) and ironstones from Pokljuka, Slovenian Museum of Natural History's collection, photo Miha Jeršek

Sredi druge polovice osemnajstega stoletja so v Sredozemlje priplule prve švedske in ruske ladje s cenejšim železom. Zois je močno občutil hudo konkurenco. Odpravil se je na pot v zahodno Evropo, da bi spoznal moderne tehnologije pridobivanja železa. Z dolgega potovanja se je vrnil z boleznijo, ki ga je kmalu celo prikovala na invalidski voziček. Znanja, ki ga je pridobil na popotovanju, ni mogel več prenesti v prakso. Na Kranjskem so tako talili rudo na star način. Kupcev kranjskega železa je bilo vse manj, saj ni bilo več konkurenčno. Tudi rude je začelo primanjkovati, tako, da so posamezni obrati začeli propadati. Njegovo znamenito zbirko mineralov, rud in kamnin hranijo v Prirodoslovnem muzeju Slovenije v Ljubljani.



Sl. 2: Limonitiriran skupek kristalov pirita iz okolice Krope, 6 x 5 cm., zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije, foto Miha Jeršek.

Fig. 2: Limonitised set of pyrite crystals from the vicinity of Kropa, 6 x 5 cm, Slovenian Museum of Natural History's collection, photo Miha Jeršek

Omenimo lahko, da so razmeroma bogato železovo rudo kopali tudi v Savskih jamah pri Jesenicah, kjer je železo vezano v mineral siderite FeCO_3 . V okolici Tržiča so kopali živosrebreno rudo cinabarit HgS v znamenitem šentanskem rudniku, v preteklosti pa tudi različne bakrove minerale nad Počivalnikom. Na Begunjščici je bil nekoč zelo pomemben rudnik mangana, ki je v procesu izdelave jeseniškega jekla poskrbel za njegov mednarodni sloves.



Sl. 3. Bogata sedimentna železova ruda siderit, skupaj z galenitom, Savske jame, 13 x 8 cm, zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije, foto Miha Jeršek

Fig. 3. Siderite, a rich sediment iron ore, together with galenite, Savske jame, 13 x 8 cm, Slovenian Museum of Natural History's collection, photo Miha Jeršek

Na Rudnici, med vasjo Brod in Studor, so leta 1868 začeli odkopavati aluminijevo boksitno rudo. Poimenovali so jo po Bohinju (Wochein) – wocheinit. Rudo so odkopavali tako z jamskimi deli kot s površinskimi odkopi. Domačini so dobro služili s transportom te tedaj cenjene rude. Zaradi velike količine jalovine in večinoma izčrpanih zalog so rudnike še pred 2. svetovno vojno opustili. Danes v širši okolici Bleda ne deluje noben kovinski rudnik.

V širši okolici Bleda najdemo tudi nekatere minerale, ki jih lahko občudujemo s prostim očesom. Najbolj značilen je kalcit CaCO_3 . Najdemo ga v kraških jamah, kjer tvori različne kapniške oblike ali v kristalih, ki so omejeni s kristalnimi ploskvami. Ti so pogosto vezani tudi na posamezne razpoke v apnencih. Kristale kalcita odlikuje morfološka pestrost. Najdemo namreč lahko povsem ošiljene kristale, romboedrske, kristale več generacij in še in še bi lahko naštevali. Večinoma so brezbarvni do rumenkasto rjavkasti in prozorni do prosojni. Lahko jih prekriva tanka limonitna plast in tedaj so lahko ali povsem rjavi ali celo nežno rdečkasti. Na Jelovici so bili najdeni tudi več kot meter veliki kristali kalcita, ki in so zaradi tega največji kristali v Sloveniji hkrati.

Poleg kalcita pogosto najdemo drobne kristale pirita FeS_2 . Redko so zlatorumene barve s kovinskim sijajem. Na zraku namreč prehajajo v sekundarne železove hidrokside, ki jih s skupnim imenom imenujemo limonit. Zaradi tega so kristali pirita navadnoobičajno rjavi, lahko celo skoraj črni. Pravzaprav je od pirita ostala samo prvotna oblika kristalov, medtem ko se je mineralna sestava v celoti spremenila v limonit. Podobno se spreminjajo kristali markazita. Njihovo najpomembnejše nahajališče je pod Prisojnikom.



Sl. 4: Skupek kalcitov iz Brezovice pri Kropi; 26 x 11 cm, zbirka Davorina Preisingerja, foto Miha Jeršek.

Fig. 4: A set of calcites from Brezovica pri Kropi; 26 x 11 cm, Davorin Preisinger's collection, photo Miha Jeršek

Ponekod lahko najdemo tudi kristale sadre $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. V okolici Bohinja so vezani na nekdanjo kraško jamo, ki ima je sedaj zaradi erozije zdajv oblikoi spodmola. Kristali sadre so večinoma majhni in le izjemoma so veliki do 7 cm. Poleg samskih kristalov lahko najdemo tudi dvojčke, ki jih popularno imenujemo lastovičji rep.

Ponekod v širši okolici Bleda najdemo lepo obarvane rožence in značilno rdečkasti jaspis. Oba sta uporabna v okrasne namene.



Sl. 5. Skupek kristalov sadre iz okolice Bohinja, zbirka Franca Stareta, foto Ciril Mlinar Cic

Fig. 5. A set of gypsum crystals from the vicinity of Bohinj, Franc Stare's collection, photo Ciril Mlinar Cic

Povzetek

V širši okolici Bleda najdemo nekatere minerale, ki jih lahko občudujemo s prostim očesom. Najbolj značilen je kalcit. Najdemo ga v kraških jamah, kjer tvori različne kapniške oblike, ali v kristalih, ki so omejeni s kristalnimi ploskvami. Na Jelovici so najdeni tudi več kot meter veliki kristali kalcita in so zaradi tega največji kristali v Sloveniji. Poleg kalcita pogosto najdemo drobne kristale pirita. Na zraku prehajajo v sekundarne železove hidrokside, ki jih s skupnim imenom imenujemo limonit. Prav limonit pa je bil v obliki skorjastih rud in bobovca najpomembnejša ruda za pridobivanje železa. Podobno se spreminjajo kristali markazita v limonit. Njihovo najpomembnejše nahajališče je pod Prisojnikom. Ponekod lahko najdemo tudi kristale sadre, med okrasnimi kamni pa je najpogostejši jaspis.

Na Rudnici, med vasjo Brod in Studor, so leta 1868 začeli odkopavati aluminijevo boksitno rudo. Poimenovali so jo po Bohinju (Wochein) wocheininit. Omenimo lahko, da so razmeroma bogato železovo rudo kopali tudi v Savskih jamah pri Jesenicah, kjer je železo vezano v mineral siderit. V okolici Tržiča so kopali živosrebrovo rudo cinabarit HgS v znamenitem šentanskem rudniku, v preteklosti pa tudi različne bakrove minerale nad Počivalnikom. Na Begunjščici je bil nekoč zelo pomemben rudnik mangana, ki je v procesu izdelave jeseniškega jekla poskrbel za njegov mednarodni sloves.

Summary

In the wider environs of Bled, certain minerals can be found that can be admired with the naked eye. The most characteristic among them is calcite. It occurs in karst caves, where constituting various stalactite forms, or in crystals that are restricted by crystal faces. On the Jelovica plateau, calcite crystals reaching even more than a metre in size have been found and are considered the largest crystals in Slovenia. Apart from calcite, tiny pyrite crystals can often be found. Exposed to air, they decompose into secondary iron hydroxides, generally known as limonite. And it was the very limonite in the form of crusty limonite ores and ironstones that was the most important ore for the extraction of iron. In a similar way, marcasite crystals turn into limonite. Their most important site is under Mt Prisojnik. In some places, gypsum crystals can also be found. The commonest among ornamental stones is jasper.

At Rudnica, between the villages of Brod and Studor, bauxite ore began to be dug in 1868. It was named wocheinite (after Bohinj – Wochein). Let us also mention that relatively rich iron ore was dug in Savske jame near Jesenice as well, where iron is bound to the mineral siderite. In the vicinity of Tržič, cinnabarite HgS mercury ore was dug in the renowned Šentan mine, while in times past different copper minerals were also dug above Počivalnik. On Mt Begunjščica, a very important manganese mine used to function, which during the process of Jesenice steel making took care of its international fame.

Literaturni viri:

- ČINČ JULIANT, Breda, FANINGER, Ernest, 1997: *250-letnica rojstva Žige*, Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana, 19 pp.
- HERLEC, U., STARE, F., JERŠEK, M., ZUFAN HAJNA, N. Kristali sadre v preperini oligocenskih klastitov iz jamskih sedimentov v Bohinju. V: JERŠEK, M. (ur.). *Mineralna bogastva Slovenije*, (Scopolia, Supplementum, 3). Ljubljana: Prirodoslovni muzej Slovenije., 219 - 222.
- JERŠEK, M., 2003: *Kalcit iz Peči pri Kropi*. Vigenjc, let. 3. Kropa, 64 – 65.
- MIKLAVIČ, B., SCHMIDT, G., ŽORŽ, M.: 2006: Markazit in pirit izpod Prisojnika. V: JERŠEK, M. (ur.). *Mineralna bogastva Slovenije*, (Scopolia, Supplementum, 3). Ljubljana, Prirodoslovni muzej Slovenije. 439 – 443.
- RAZINGER, B., 1998: Wocheinit - boksit iz Bohinja. *Geologija*, 40, 291 - 298.
- VIDRIH, R., HERLEC, U., 2006: Nahajališča bobovca v predgorju Julijskih Alp. V: JERŠEK, M.(ur.). *Mineralna bogastva Slovenije*. (Scopolia, Supplementum, 3). Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana, 154-157.

Meteorit z Mežakle

The Meteorite from Mt Mežakla

Miha JERŠEK¹

Izvleček

Na Mežaklo je 9. aprila 2009 padel meteorit; bil je viden, slišan in posnet. Prvi kos so našli dober mesec pozneje. Pripada kamnitim meteoritom hondritom in je šele enajsti meteorit z natančno ugotovljeno orbito. Poimenovan je po najbližjem mestu padca: Jesenice.

Ključne besede: meteorit Jesenice, meteoriti, Jesenice, Gorje

Abstract

On April 9th 2009, a meteorite fell on Mt Mežakla (Slovenia), which was actually seen, heard and recorded. Its first piece was recovered a month later. It belongs to stone meteorites, known as chondrites, and is only the 11th meteorite with accurately determined orbit. It has been named after the nearest town to its impact: Jesenice.

Key words: Jesenice meteorite, meteorites, Jesenice, Gorje

Dne 9. aprila 2009, nekaj sekund pred trejo uro zjutraj, so nekateri prebivalci avstrijske Koroške in Gornjesavske doline zaslišali strašljivo bobnenje. Gasilci, ki so ob tej uri dežurali zaradi požara nad Pejcam, so videli zelo svetel in nekoliko neobičajno dolg utrinek, ki se je nato izgubil nad Mežaklo v smeri Blejske Dobrave. Astronomske meteorske in vsenebne kamere so ta nebesni pojav zaznale kot zelo svetel objekt in astronomi so takoj vedeli, da gre za padec meteorita.

Slovenski in češki astronomi so intenzivno izračunavali polje padca. Na drugi strani pa je Thomas Grau iz Nemčije preiskoval teren in več tednov zaman iskal domnevni meteorit na avstrijski strani Karavank, nato pa še pod Golico. Po objavi intervjuja z njim v dnevniku Žurnal24 so se nekateri domačini spomnili dogodkov iz noči 9. aprila, vendar kakšnih konkretnjših podatkov ni bilo.

¹ Prirodoslovni muzej Slovenije / *Slovenian Museum of Natural History*, Prešernova 20, 1000 Ljubljana, mjersek@pms-lj.si

Dne 17. maja 2009 sta se Jožef Pretnar in Bojana Krajnc iz Gorij odpravila na izlet proti Planskemu vrhu na Mežakli. Našla sta kamen, ki je bil drugačen od drugih, in Jožef je bil prepričan, da gre za meteorit. In res je bil. Po 101 letu, odkar je padel meteorit v okolico vasi Avče, je bil s tem odkritjem najden šele drugi meteorit, ki je padel na ozemlje Slovenije. Meteorit sta Jožef in Bojana imenovala BOJO. V udarni jami se je razletel na več kosov s skupno maso 2,293 kg. Drugi fragment istega meteorita z maso 361 gramov sta našla Ralph Sporn in Martin Neuhofer 21. junija 2009. Tretji fragment in obenem drugi največji kos meteorita pa je našel Danijel Repe. Ima maso 956,4 grama in se ob padcu ni razletel.

Mežakelski meteorit spada v skupino kamnitih meteoritov hondritov. Zanj so namreč značilne drobne kroglaste tvorbe iz različnih silikatnih mineralov (olivini, pirokseni, glinenci), ki jih imenujemo hondrule. Železovo nikeljevih mineralov je razmeroma malo (kamacit, taenit), vendar dovolj, da so fragmenti meteorita magnetni. Navzven so fragmenti mežakelskega meteorita čokoladno rjavi. To je tako imenovana žgalna skorja, ki je posledica izgorevanja meteorita ob padanju skozi atmosfero. Debela je do 1 mm. V notranjosti pa so meteoriti svetlo sivi do sivi. Zaradi prepevanja železovih mineralov lahko na teh odlomljenih površinah opazimo svetlorjave lise limonita.

Ljubiteljski astronomi Jure Atanackov, Javor Kac in Gregor Kladnik so izračunali, da je imel meteorit ob vstopu v atmosfero okoli 300 kilogramov in za meteorite sorazmerno nizko hitrost 14 km/sekundo. Za en obhod okoli Sonca je potreboval 3,4 leta. Izračunali so njegovo orbito; torej pot okoli Sonca, po kateri je potoval. Mežakelski meteorit je s tem postal šele 11. meteorit z znano orbito, kar ga uvršča v sam vrh svetovne dediščine.



Sl. 1: Največji del prve najdbe mežakelskega meteorita, ki sta ga 17. maja 2009 našla Jožef Pretnar in Bojana Krajnc na Planskem vrhu na Mežakli. Ima maso 996,8 gramov. Lepo je vidna do 1 mm debela žgalna skorja. Foto: Miha Jeršek

Fig. 1: The largest part of the first recovery of Mežakla meteorite, found on May 17th 2009 by Jožef Pretnar and Bojana Krajnc at Planinski vrh on Mt Mežakla (Slovenia). Its mass is 996.8 grams. Its up to 1 mm thick fusion crust is well seen. Photo: Miha Jeršek



Sl. 2: Drugi največji fragment mežakelskega meteorita je našel Danijel Repe in ima maso 956,4 grama. Foto: Miha Jeršek

Fig. 2: The second largest fragment of Mežakla meteorite with the mass of 956.4 grams was found by Danijel Repe. Photo: Miha Jeršek

Na Mežaklo in Gornjesavsko dolino naj bi bilo padlo do 30 kg fragmentov meteorita. Imenovan je Jesenice, in sicer po mednarodno uveljavljenih standardih, da se meteoriti poimenujejo po najbližjem večjem mestu od mesta padca.

Povzetek

Dne 9. aprila 2009, nekaj sekund pred trejo uro zjutraj, so nekateri prebivalci avstrijske Koroške in Gornjesavske doline zaslišali strašljivo bobnenje. Gasilci, ki so ob tej uri dežurali zaradi požara nad Pejncami, so videli zelo svetel in nekoliko neobičajno dolg utrinek, ki se je nato izgubil nad Mežaklo v smeri Blejske Dobrave. Astronomske meteorske in vsenebne kamere so ta nebesni pojav zaznale kot zelo svetel objekt in astronomi so takoj vedeli, da je padel meteorit.

Dne 17. maja 2009 sta se Jožef Pretnar in Bojana Krajnc iz Gorij odpravila na izlet proti Planskemu vrhu na Mežakli. Našla sta kamen, ki je bil drugačen od drugih, in Jožef je bil prepričan, da je to meteorit. In res je bil. Po 101 letu, odkar je padel meteorit v okolico vasi Avče, je bil s tem odkritjem najden šele drugi meteorit, ki je padel na ozemlje Slovenije. Meteorit sta Jožef in Bojana imenovala BOJO. V udarni jami se je razletel na več kosov s skupno maso 2,293 kg. Drugi fragment istega meteorita z maso 361 gramov sta našla Ralph Sporn in Martin Neuhofer 21. junija 2009. Tretji fragment in obenem drugi največji kos meteorita pa je našel Danijel Repe. Ima maso 956,4 gramov in se ob padcu ni razletel.

Mežakelski meteorit spada v skupino kamnitih meteoritov hondritov. Ljubiteljski astronomi Jure Atanackov, Javor Kac in Gregor Kladnik so izračunali, da je imel meteorit ob vstopu v atmosfero okoli 300 kilogramov in za meteorite razmeroma nizko hitrost 14 km/sekundo. Za en obhod okoli Sonca je potreboval 3,4 leta. Izračunali so njegovo orbito; torej pot okoli Sonca, po kateri je potoval. Mežakelski meteorit je s tem postal šele 11. meteorit z znano orbito, kar ga uvršča v sam vrh svetovne dediščine.

Summary

On April 9th 2009, a few seconds before 3 o'clock in the morning, a frightening roar was heard by some inhabitants of the Austrian Carinthia and the Upper Sava Valley in Slovenia. The firefighters who were at that time attending a fire at Pejce, saw a very bright and unusually long shooting star, which eventually disappeared above Mt Mežakla in direction of Blejska Dobrava. Astronomical and all-sky cameras detected this celestial phenomenon as a very bright object, and it was immediately clear to astronomers that a meteorite had just fallen there.

On May 17th 2009, Jožef Pretnar and Bojana Krajnc from Gorje were hiking towards Planinski vrh on Mežakla Mt. They found a stone, which was different than any others they knew, and Jožef was convinced that this was a meteorite. And indeed it was. After 101 years, when a meteorite hit the ground near the village of Avče, this was only the second meteorite that fell on Slovenian territory. Bojana and Jožef named it BOJO. In the impact hole, it was shattered in several pieces with a total mass of 2.293 kilograms. The second fragment of the same meteorite with the mass of 361 grams were recovered by Ralph Sporn and Martin Neuhofer on June 21st 2009, while the third fragment and at the same time the largest piece of the meteorite was found by Danijel Repe. Its mass was 956.4 grams and did not disintegrate upon its impact.

The Mežakla meteorite belongs to the group of stone meteorites known as chondrites. Amateur astronomers Jure Atanackov, Javor Kac and Gregor Kladnik calculated that during its entry into the atmosphere the meteorite weighed about 300 kilograms and had relatively low (for meteorites) speed at 14 km/second. For one circling of the Sun it needed 3.4 years. In this way, its orbit was calculated, i.e. the path around the Sun along which it travelled. The Mežakla meteorite thus became only the 11th meteorite with accurately determined orbit, which puts it at the very top of world heritage.

Literaturni viri:

- ATANACKOV, J., MIRTIC, B., JERSEK, M., KAC, J., KLADNIK, G., VIDRIH, R., 2009: Orbita meteorita z Mežakle in njegove mineraloške značilnosti. *Življenje in tehnika*, 60, [št.] 11, 50 – 52.
- ATANACKOV, J., JERSEK, M., KAC, J., KLADNIK, G., MIRTIC, B., 2010: Meteorit z Mežakle. V: Konobelj, T. (ur.), *Meteorit z Mežakle*. Ljubljana: Ministrstvo RS za kulturo; Jesenice: Občina, Gorje: Občina, 7 – 14.
- BISCHOFF, A., JERSEK, M., GRAU, T., MIRTIC, B., OTT, U., KUČERA, J., HORSTMANN, M., LAUBENSTEIN, M., HERRMANN, S., RANDA, Z., WEBER, M., HEUSSER, G., 2011: Jesenice - A new meteorite fall from Slovenia. *Meteorit. planet. Sci.*, vol. 46, no. 6, 793 – 804.

Žiga Zois, Balthasar Hacquet, Valentin Vodnik in fosili izpod Triglava

Žiga Zois, Balthasar Hacquet, Valentin Vodnik and Fossils From Beneath Mt Triglav

Matija KRIŽNAR¹, Breda ČINČ JUHANT¹ in Miha JERŠEK¹

Izvleček

Žiga Zois (1747-1819) je s svojim izjemnim čutom za naravoslovje veliko prispeval v razvoju te vede v tedanjem času. Njegova zbirka mineralov je bila ustanovna zbirka prvega muzeja na Slovenskem. Manj pa je znano, da je zbiral tudi fosile, od katerih so se ohranili le redki. Pri raziskovanju in zbiranju mineralov, fosilov in kamnin so mu pomagali mnogi njegovi prijatelji, med njimi tudi Valentin Vodnik (1758 – 1819), Balthasar Hacquet (1739 - 1815), grof Franc Hochenwart (1771 - 1844) in Jožef Pinhak (1760 - 1814). Vzroki za zbiranje fosilov v okolici Triglava so bile predvsem razprave o nastanku kamnin, ki gradijo Julijske Alpe. Zois je v ta namen organiziral celo nekaj odprav, med katerimi so nabirali in raziskovali tudi fosilne amonite s Triglavskih jezer in okolice Gorjuš v Bohinju. Nekaj teh okamnin se je ohranilo še do danes in si jih lahko ogledamo v paleontološki zbirki Prirodoslovnega muzeja Slovenije.

Ključne besede: Žiga Zois, Balthasar Hacquet, Valentin Vodnik, fosili, jura, Triglavska jezera, Julijske Alpe

Abstract

With his remarkable sense of natural sciences, Žiga Zois (1747-1819) made a great contribution to the development of this science a couple of centuries ago. His collection of minerals was in fact the founding collection of the very first museum in Slovenia. It is much less known, however, that he was also an ardent collector of fossils, among which, unfortunately, only few have survived till this day. During his study and collection of minerals, fossils and rocks, Zois was aided by his numeral friends, such as Valentin Vodnik (1758 – 1819), Balthasar Hacquet (1739 - 1815), Count Franc Hochenwart (1771 - 1844) and Jožef Pinhak (1760 - 1814). The main reason for his fossil collecting in the vicinity of Mt Triglav lay mainly in the discussions on the origin of rocks the Julian Alps are made up of. For this purpose, Zois even organized a couple of expeditions, during which fossil ammonites from the area of Triglav Lakes and the vicinity of Gorjuše in Bohinj were

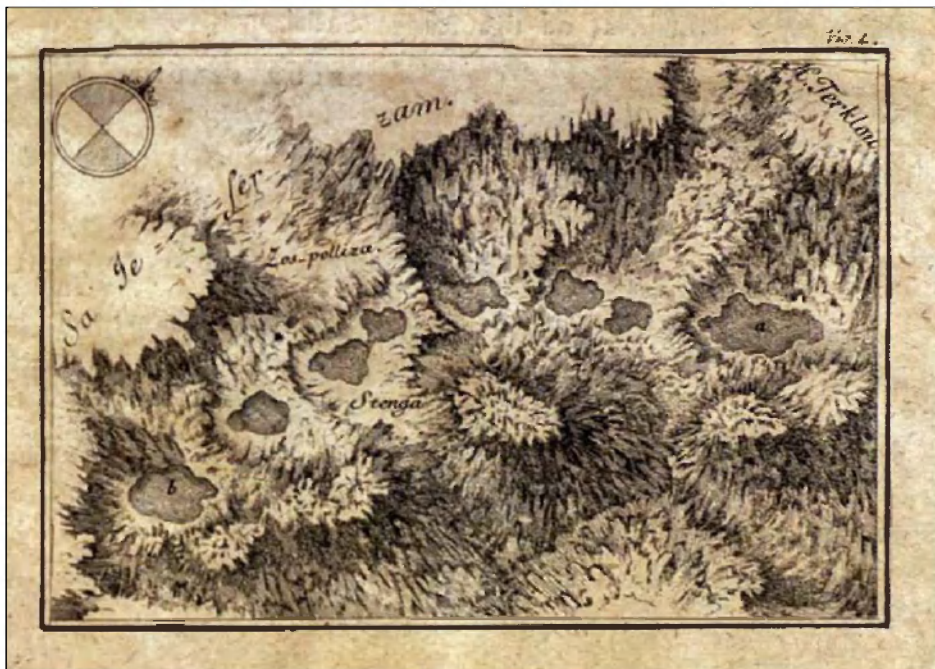
¹ Prirodoslovni muzej Slovenije / *Slovenian Museum of Natural History*, Prešernova 20, 1000 Ljubljana, mkriznar@pms-jl.si, mjersek@pms-lj.si, bjuhant@pms-lj.si

also collected and researched. Some of these rocks have been preserved and can now be seen in the paleontological collection of the Slovenian Museum of Natural History.

Key words: Žiga Zoisa, Balthasar Hacquet, Valentin Vodnik, fossils, Jurassic, Triglav Lakes, Julian Alps

Geološke in paleontološke raziskave so bile v drugi polovici 18. stoletja še v povojih. Na slovenskih tleh oziroma Kranjskem so nekateri naravoslovci že poznali mnogo kamnin, mineralov in fosilov, čeprav njihovega nastanka še niso znali popolnoma pojasniti. Med najbolj vnete lahko štejemo Žiga Zoisa (1747 - 1819) in Balthasarja Hacqueta (1739 - 1815) ter nekatere njune prijatelje (Hochenwart, Vodnik). Oba sta imela dobre razloge za podpiranje raziskav in izletov v mnoge predele visokogorja, Julijske Alpe in Karavanke.

O fosilih in zanimivih geoloških pojavih na Kranjskem in v Julijskih Alpah je pisal že Balthasar Hacquet v svojih štirih delih *Oryctographia Carniolica* iz obdobja 1778- 1789. V prvem delu tretje knjige poroča tudi o Triglavu in v eni izmed vinjet prikazuje sliko Triglavskih jezer. Hacquet je zelo dobro spoznal okolico Bohinja in Pokljuke, saj pogosto opisuje in navaja kamnine in rude. Zanimivo je navajanje Hacqueta o fosilih, kjer večkrat poudari, da kamnine ne vsebujejo nikakršnih fosilov. Odkril pa je fosile v okolici Tosca (»...Gebirge Tozht...«), kjer so v apnencu



Sl. 1: Zemljevid Triglavskih jezer, kot jih prikazuje vinjeta iz dela Balthasarja Hacqueta *Oryctographia Carniolica*.

Fig. 1: The map of Triglav Lakes, as presented by the vignette from Balthasar Hacquet's work *Oryctographia Carniolica*.

ohranjeni ostanki morskih lilij (Hacquet, 1778, knjiga 1, 27). Največ pozornosti je Hacquet posvetil rudarjenju v okolici Bohinja in lastniku tedanjih rudišč in plavžev Žigi Zoisu.

Poznavstvo in prljateljstvo med Hacquetom in Zoisom je izviralo iz skupnega interesa – zanimanje za naravo, ki je segalo verjetno v leto 1773. Takrat je Hacquet prišel iz Idrije v Ljubljano (KIDRIČ, 1938). Skupno zanimanje za naravoslovje ju je družilo prek dopisovanj. Zois je pogosto pomagal Hacquetu dopolnjevati njegove zbirke, tudi s pticami (Zontar, 1954) in verjetno tudi drugimi naravoslovnimi predmeti. Nekajkrat ga je Zois obveščal o svojih raziskovanjih in novih pridobitvah mineralov in drugih predmetov (Kidrič, 1938).

Žiga Zois, s plemiškim naslovom von Edelstein, je bil v mnogih pogledih izjemen naravoslovec in domoljub. Svoje zanimanje za geologijo in druge vede je uporabljal pri upravljanju in vodenju mnogih rudnikov na Kranjskem, predvsem v okolici Bohinja, Karavankah in tudi pri Mislinji pod Pohorjem. Glavni rudarski revir okoli leta 1777 je bila za Zoisa okolica Gorjuš v Bohinju. Takrat so kopali v osemnajstih rudniških jaških, kjer je delo opravljalo čez štirideset delavcev (verbič, 1956). Mnogokrat je v svojih pismih prijateljem naravoslovcem opisoval stanja svojih fužin in rudišč ter težave, s katerimi se je spopadal pri iskanju in pomanjkanju rude (Kidrič, 1938; Zontar, 1954).

Izjemna razgledanost je Zoisa napeljala, da je navezal stike z mnogimi takratnimi naravoslovci. Prek 50 dopisovalcev je imel zgolj na mineraloškem področju (ŠUMRADA, 2001). Med njimi so bili tudi D'Éodat Gratet de Dolomieu (1750-1801), Abraham Gottlob Werner (1749-1817), Carl Friedrich Mosch (1773-1839) in drugi (ŠUMRADA, 2001; FANINGER, 1983). Zois je zbral za tedanje razmere eno osrednjih zbirk mineralov, kamnin in rud, ki je postala celo ena izmed ustanovnih zbirk prvega muzeja na Slovenskem. To je bil Deželni muzej, ki so ga ustanovili leta 1821, za javnost pa odprli deset let pozneje. Zanimivo je, da je Zois v svojo zbirko uvrstil tudi nekaj fosilov.

Za fosile in takrat šele razvijajočo se vedo geologijo in s tem tudi paleontologijo se je Zois začel zanimati šele proti koncu 18. stoletja. K temu ga je napeljal spor oziroma tako imenovana vulkanistična teorija med neptunisti in vulkanisti. Med vidnejšimi neptunisti je bil Abraham Gottlob Werner (1749 – 1817), ki je osnoval klasifikacijo mineralov. Zois je želel dokazati, da je pogorje okoli Triglava nastalo v morju, zato je kot dokaz začel zbirati fosile in kamnine v okolici Bohinja in Pokljuke (Faninger, 1994/95). Te primerke je pošiljal predvsem zagovorniku in vnetemu vulkanistu Johannu Ehrenreichu von Fichtlu (1732-1795).

V ta namen je Zois organiziral dve odpravi na Triglav oziroma njegovo bližnjo okolico, prvo v mesecu avgustu leta 1795. K temu je pritegnil Valentina Vodnika (1758 – 1819), ki je kot duhovnik služboval na Koprivniku blizu Bohinja, dobro poznal okolico ter se zanimal za naravoslovje (Faninger, 1994/95). Iz Ljubljane sta na odpravo prišla mladi grof Franc Jožef Hanibal Hohenwart (1771-1844) in župnik Jožef Pinhak (1760-1814), ki je bil tudi znan podjetnik, zanimal pa se je tudi za izkoriščanje premoga (Müllner, 1903). Hohenwart se je navdušil za naravoslovje že med študijem, kasneje je bil med ustanovitelji Deželnega muzeja in predsednik muzejskega kuratorija med letoma 1830 in 1836. Odpravi se je pridružil tudi domači vodnik in rudar Matevž Kos.

Kot piše Franc Orožen (1895), naj bi Valentin vodnik počakal grofa Hohenwarta v Bohinjski Bistrici, kjer naj bi si skupaj ogledala Zoisove fužine in neki slap. Nato naj bi se skupaj odpravili mimo slapa Savica do »druge botanične kočve v Jezerce pri jezerih« (Orožen, 1895). Tam so si ogledali geološke zanimivosti in fosile ter jih nekaj tudi že nabrali. Naslednjega dne so obiskali še Draški vrh, ki mu Zois pravi tudi »... veliko skladišče okamnin...« in nato še na Konjščico. V zadnjem delu poti so se spustili do Gorjuš, kjer so si ogledali »kremenaste okamnine«. O celotni odpravi je poročal Hohenwart leta 1838. Očitno so med omenjeno odpravo nabrali nekaj zanimivih fosilov, kar je Zoisa napeljalo k temu, da organizira še kakšno odpravo in o tem obvesti Vodnika (Orožen, 1895). V pismu Vodniku Zois omenja tudi fosile »na Vršaču« in njegovi okolici in pripravah na druga raziskovanja pod Triglavom. Podobno odpravo sta Vodnik in Hohenwart opravila tudi še leta 1796 (Orožen, 1899).



Sl. 2: Ostanek amonita iz Triglavskega pogorja, premer 25 cm. Hrani paleontološka zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Matija Križnar

Fig. 2: Remnant of an ammonite from the Triglav Mountain Range, diameter 25 cm. Kept in the paleontological collection of the Slovenian Museum of Natural History. Photo: Matija Križnar



Sl. 3: Temno obarvani del hišice amonita iz jurskih plasti Julijskih Alp, premer 12,5 cm. Hrani paleontološka zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar Cic

Fig. 3: Dark-coloured part of ammonite shell from Jurassic layers of the Julian Alps, diameter 12.5 cm. Kept in the paleontological collection of the Slovenian Museum of Natural History. Photo: Ciril Mlinar Cic

V paleontoloških zbirkah Prirodoslovnega muzeja Slovenije hranimo še nekaj fosilnih ostankov, ki so bili zelo verjetno zbrani na teh odpravah v Triglavsko pogorje. O njih piše tudi prvi vodnik po Deželnem muzeju, ki ga je pripravil Hochenwart leta 1836. V vodniku omenja velike amonite iz okolice Bohinja in doline Triglavskih jezer (« ... per jesereh...») iz Zoisove zbirke. Ker se podatki in inventarni zapisi o fosilih iz Zoisove zbirke niso ohranili, so toliko bolj pomembni lističi, priloženi še nekaterim amonitom v zbirki Prirodoslovnega muzeja Slovenije. V zbirkah je ohranjenih nekaj deset amonitov, ki večji del izhajajo iz doline Triglavskih jezer in okolice Gorjuš v Bohinju (Križnar & Jeršek, 2010).



Sl. 4: Prerez večje hišice amonita iz okolice Triglavskih jezer, premer 21 cm. Hrani paleontološka zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Ciril Mlinar Cic

Fig. 4: Cross-section of a large ammonite shell from the vicinity of Triglav Lakes, diameter 21 cm. Kept in the paleontological collection of the Slovenian Museum of Natural History. Photo: Ciril Mlinar Cic

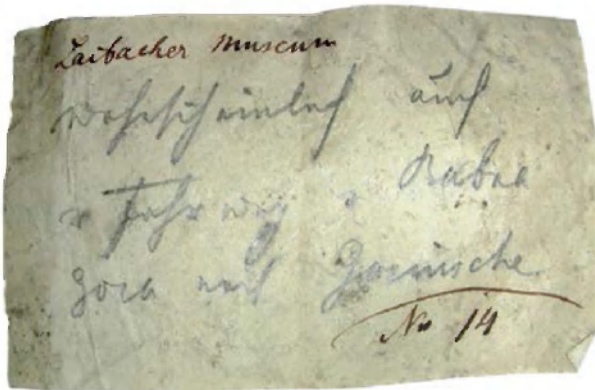
Rdečkasta in temno rjava kamnina, v katerih so ohranjeni jurski amoniti, kaže, da so bili odkriti v okolici Triglavskih jezer, kjer jih lahko opazujemo še danes. Ponekod so polne fosilnih ostankov od amonitov, belemnitov ter ramenonožcev. V zbirki Prirodoslovnega muzeja Slovenije pa imamo shranjene tudi primerke, ki so jih nabrali v okolici Gorjuš. Glede na kamnino in strukturo gre za okremenjene (silificirane) primerke, podobno kot jih navaja Hochenwart (1838) oziroma Orožen (1895). O natančnem najdišču Babni gori pri Gorjušah priča tudi priloženi listič ob enem od fosilnih primerkov. Da je pojavljanje kremenca v okolici Gorjuš pogosto, kaže tudi zapis v enem izmed pisem, ki jih je Zois poslal Hacquetu, v katerem piše: »Edini novi predmet, ki sem ga odkril, je beli kremenec, ki ga najdete na vrhu majhne gore pri Gorjušah v plasteh izmenično z apnenčevimi sloji« (Kidrič, 1938). Zois še omenja, da je zaboj tega »kremenca« poslal tudi armadi, za preizkus, če bi bil dovolj kakovosten za puške (kremenjače).

Žiga Zois je s svojo vneto in denarjem zagotovo veliko pripomogel k razvoju naravoslovja na Slovenskem. Njegova poslovna žilica mu ni dala miru niti pri geoloških raziskavah, tako da je povsod in vedno iskal priložnosti za nova rudišča ali le kremenca za vojsko. Njegova prizadevanja v naravoslovju so pripeljala celo do težko pričakovanega muzeja, katerega ustanovitev pa žal ni dočakal. Pač pa se je ohranila njegova obsežna in izjemna zbirka mineralov, kamnin, rud in lahko rečemo tudi nekaterih fosilov. Zoisovo delo so kasneje nadaljevali še Hochenwart in Henrik Freyer, ki je prav tako rad zahajal v prelepe predele Triglavskega pogorja.



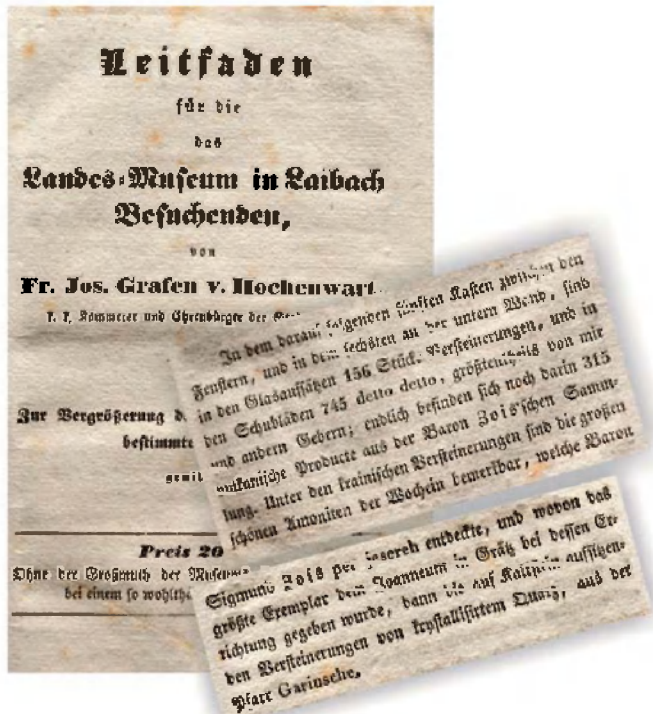
Sl. 5: Okremenjena hišica amonita iz okolice Gorjuš v Bohinju, premer 4 cm. Hrani paleontološka zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Matija Križnar

Fig. 5: Ammonite shell preserved in quartz from the vicinity of Gorjuše at Bohinj, diameter 4 cm. Kept in the paleontological collection of the Slovenian Museum of Natural History. Photo: Matija Križnar



Sl. 6: Inventarni listič ohranjen pri enem od fosilov iz Gorjuš. Hrani paleontološka zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Foto: Matija Križnar

Fig. 6: Inventory tab preserved on one of the Gorjuše fossils. Kept in the paleontological collection of the Slovenian Museum of Natural History. Photo: Matija Križnar



Sl. 7: Naslovnica prvega vodnika po Deželnem muzeju in besedili o amonitih iz Zoisove zbirke. Vodnik hrani knjižnica Narodnega muzeja Slovenije. Foto: Matija Križnar

Fig. 7: Front cover of the first guide through the Provincial Museum and texts on ammonites from Žiga Zois's collection. Kept by the National Museum of Slovenia. Photo: Matija Križnar

Povzetek

Na Kranjskem so že v drugi polovici 18. stoletja nekateri naravoslovci raziskovali po Julijskih Alpah. Med njimi je bil najbolj znan Balthasar Hacquet, ki je izdal tudi obsežno monografijo *Oryctographia Carniolica*, kjer je opisal tudi mnoge geološke pojave izpod Triglava. Opisal je tudi nekatera najdišča mineralov in fosilov, veliko pozornosti pa je posvetil tudi rudarjenju in fužinarstvu v Bohinju.

Žiga Zois (1747-1819) je bil eden izmed Hacquetovih prijateljev in dopisnikov, predvsem v naravoslovnih temah. Zois je veliko svojega časa namenil tudi raziskovanju in preučevanju naravoslovja, predvsem mineralov in tudi fosilov. Za časa svojega življenja je Zois zbral veliko zbirko mineralov, ki jih je tudi izmenjal s takratnimi mineralogi in naravoslovci, med katerimi so bili tudi Déodat Gratet de Dolomieu (1750-1801), Abraham Gottlob Werner (1749-1817), Carl Friedrich Mosch (1773-1839).

K fosilom je Zoisa verjetno pritegnila predvsem razprava med neptunisti in vulkanisti, ki so razpravljali o nastanku alpskega gorovja. V ta namen je Zois, ki je bil že na vozičku, organiziral odpravo v okolico Triglava z namenom poiskati dokaze v obliki fosilov. Prve odprave so se udeležili Valentin Vodnik (1758–1819), mladi grof Franc Jožef Hanibal Hohenwart (1771-1844), župnik Jožef Pinhak (1760-1814) ter nekateri domači vodniki. Na tej odpravi so obiskali tudi Triglavsko jezera in tam opazovali in tudi nabirali jurske amonite. Enako so zanimive fosilne ostanke našli tudi pri Gorjušah na poključki planoti in verjetno še kje drugje.

Velik del zbranih fosilov iz Zoisove zbirke se je verjetno izgubil, ohranjenih je le nekaj primerkov. Vsi so bili odkriti v dolini Triglavskih jezer in v okolici Bohinja. O natančnih nahajališčih pričajo priloženi lističi in tudi zelo stare inventarne številke na fosilih. Danes so vsi ti primerki, predvsem jurskih amonitov, shranjeni v paleontološki zbirki Prirodoslovnega muzeja Slovenije.

Prizadevanja Žiga Zoisa in njegovih somišljenikov še danes niso dovolj raziskana. Njihovo delo pa so kasneje nadaljevali in dopolnili mnogi drugi, kot na primer Henrik Freyer. Velik del naravoslovnih predmetov iz Zoisove in drugih zbirk pa je bil temelj za prvi muzej na slovenskem ozemlju.

Summary

As early as in the second half of the 18th century, the Julian Alps within the boundaries of the former province of Carniola were researched by several natural scientists. The best known among them was Balthasar Hacquet, who published the extensive monograph entitled *Oryctographia Carniolica*, in which he described a number of geological phenomena from beneath Mt Triglav. In it, he also referred to some mineral and fossil sites and devoted much attention to mining and ironworking practiced at Bohinj.

Žiga Zois (1747-1819) was one of Hacquet's friends and correspondents, particularly as far as natural science was concerned. Much of his time was also dedicated to the research and study of natural history, especially minerals and fossils. During his time, Zois gathered a large collection of minerals, which he also exchanged with various mineralogists of that time and natural historians, including Déodat Gratet de Dolomieu (1750-1801), Abraham Gottlob Werner (1749-1817) and Carl Friedrich Mosch (1773-1839). Zois was most probably attracted to this subject primarily by discussions among neptunists and vulcanists who debated on the origin of the Alps. For this purpose, an exhibition to the surroundings of Mt Triglav with the purpose of finding evidence in the form of fossils was organized by Zois, who was already wheelchair-bound at that time. The first expeditions were attended by Valentin Vodnik (1758 – 1819), young Count Franc Jožef Hanibal Hohenwart (1771-1844), Priest Jožef Pinhak (1760-1814)

and some domestic guides. During these expeditions, they also visited the Triglav Lakes, where observing and collecting Jurassic ammonites. Equally interesting fossil remains were found by them at Gorjuše on the Pokljuka plateau and probably elsewhere as well.

Many of the gathered fossils from Zois's collection have probably been lost. Only a few samples have been preserved, all of them found in the Valley of Triglav Lakes and in the vicinity of Bohinj. About their exact sites speak the attached labels as well as some very old inventory numbers on the fossils. All these specimens, mainly of Jurassic ammonites, are kept in the paleontological collection of the Slovenian Museum of Natural History.

The endeavours by Žiga Zois and his followers have not been sufficiently researched as yet. Their work, however, was eventually continued and supplemented by many other scientists, such as Henrik Freyer. A great part of natural science objects from Zois's collection and others was, however, a solid foundation for the first museum on Slovenian soil.

Literaturni viri:

- FANINGER, E., 1983: baron Žiga Zois in njegova zbirka mineralov. *Scopolia*, 6: 1-32.
- FANINGER, E., 1994/95: Sodelovanje barona Žiga Zoisa in Valentina Vodnika na področju geoloških znanosti. *Geologija*, 37-38: 561-564.
- HACQUET, B., 1784: *Oryctographia Carniolica, oder Physikalische Erdbeschreibung des Herzogthums Krain, Istrien und zum Teil der benachbarten Länder*. 3. Teil, Leipzig.
- HOHENWART, F.J.H., 1836: *Leitfaden für die das Landes-Museum in Laibach Besuchenden*. Ignaz Aloys Edlen v. Kleinmayr. Schriften, Ljubljana. 19 pp.
- HOHENWART, F.J.H., 1838: Auszug aus meinen Alpenreisen-Tagebüchern über die krainischen Hochgebirge. *Beiträge zur Naturgeschichte, Landwirtschaft und Topographie des Herzogthums Krain*, 1: 29-75.
- JUŽNIČ, S., 2009: Jezuitska dediščina barona Žiga Zoisa (ob 200-letnici Ilirskih provinc in 190-letnici Zoisove smrti). *Kronika*, 57 (3): 471-490.
- KIDRIČ, F., 1938: Zois in Hacquet. *Ljubljanski zvon*, 58 (5): 271-275.
- KRIŽNAR, M. & JERŠEK, M., 2010: Zoisovi amoniti izpod Triglava. *Svet pod Triglavom*, 15: 12-13.
- MÜLLNER, A., 1903: Das Bergwesen in Krain. *Argo*, 10 (5): 35.
- OROŽEN, F., 1895: Valentin Vodnik kot turist in turistični pisatelj. *Planinski vestnik*, 1 (7): 97-104.
- OROŽEN, F., 1899: O Vodnikovem Višacu. *Planinski vestnik*, 5 (2): 24-27.
- STESKA, V., 1919: Baron Žiga Zois (1747-1819). *Dom in svet*, 32 (9-12): 277-286.
- ŠUMRADA, J., 2001: Žiga Zois in Déodat de Dolomieu. *Kronika*, 49 (1-2): 65-72.
- VERBIČ, M., 1956: Bohinjško rudarstvo in fužinarstvo konec 18. stoletja – (po Zoisovem opisu leta 1778). *Kronika*, 4 (1): 6-14.
- ŽONTAR, J., 1954: Neznana pisma Žige Zoisa. *Kronika*, 2 (3): 188-191.

Vsebina / Contents

Matevž NOVAK in Miloš BAVEC

Geološke značilnosti Bleda in okolice
Geological Characteristics of Bled and its Environs

†Renato VIDRIH

Potresna dejavnost
Seismic activities

Miha JERŠEK

Minerali
Minerals

Miha JERŠEK

Meteorit z Mežakle
The Meteorite from Mt Mežakla

Matija KRIŽNAR, Breda ČINČ JUHANT in Miha JERŠEK

**Žiga Zois, Balthasar Hacquet, Valentin Vodnik
in fosili izpod Triglava**
*Žiga Zois, Balthasar Hacquet, Valentin Vodnik
and Fossils From Beneath Mt Triglav*

