

Kontroverzné bradlo czorsztynskej jednotky v Bolešovskej doline medzi Nemšovou a Pruským

ROMAN AUBRECHT¹, MILAN MIŠÍK¹, MILAN SÝKORA¹ a EVA ŠAMAJOVÁ²

¹Katedra geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava

²Geologický ústav, Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina - G, 842 15 Bratislava

(Doručené 20. 8. 1998, revidovaná verzia doručená 5. 10. 1998)

Controversial klippe of the Czorsztyn Unit in the Bolešovská dolina valley, between Nemšová and Pruské in the Váh river valley

A klippe of the Czorsztyn Unit at the end of the Bolešovská dolina valley does not contain any of the sedimentological phenomena mentioned by Salaj (1987, 1990, 1997) and his definition of a new "Bolešov" orogenic phase, based on these phenomena, is misleading. Our investigation, however, revealed also several phenomena which are important from the point of view of stratigraphy, sedimentology and paleogeography of the Czorsztyn Unit. The following succession has been reconstructed at the klippe:

1. Thick bedded to massive, white to yellowish sandy crinoidal limestone (Smolegowa Lst. — Bajocian-Lower Callovian) containing a local intercalation of an intraformational breccia.
2. Dark violet to black-reddish limestone with 1—5 cm thick brown to black crust (Fe-Mn hard-ground and oncoids).
3. Pink-violetish limestone with black-coated (Mn oxides) bivalve shells (Bohunice Lst.) of Upper Callovian-Oxfordian age.
4. Grey microconcolitic, pelloidal to oolitic limestone (probably Oxfordian).
5. Creamy micritic limestone (Sobótka Lst.) with red-coated tiny intraclasts (Upper Tithonian).

The mentioned Callovian and Oxfordian limestones fill also some neptunian dykes, sills and caverns in the underlying crinoidal limestone. Ooids represent either the shallowest elements found in the Czorsztyn Unit or they are just radially recrystallized microoncoids.

Key words: Jurassic, Western Carpathians, Pieniny Klippen Belt, carbonate sedimentology, hardgrounds, ooidal limestones, neptunian dykes.

Úvod

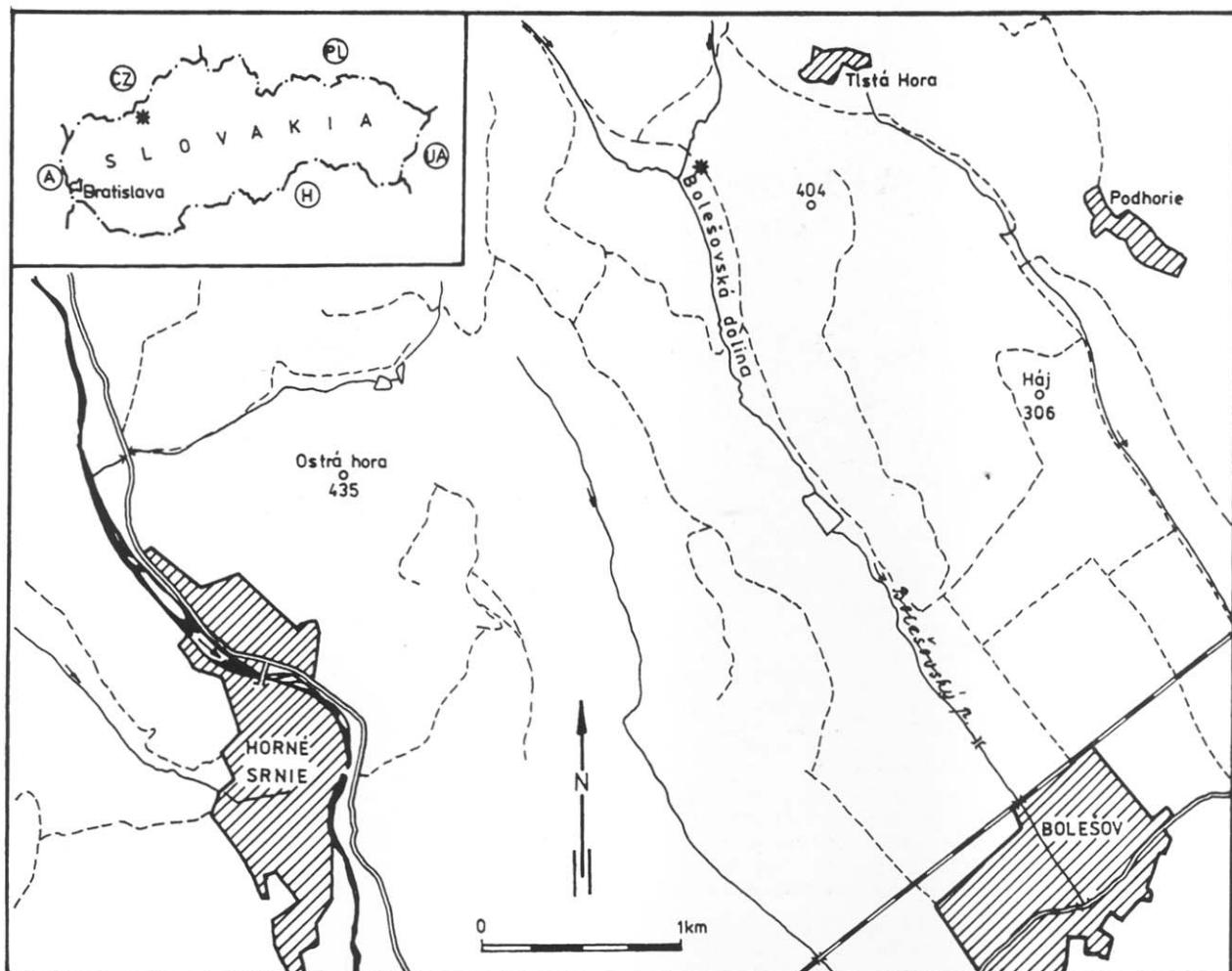
Na lokalitu Bolešovská dolina (obr. 1) upozornil Salaj (1987, s. 124—126) v súvislosti s údajným hiátom medzi „...? álenskými vrstvami a bajockými transgresívnymi hrubodetrítickými krinoidovými vápencami (lok. 12 m vysoké bradlo v SZ ukončenie Bolešovskej doliny, list Nemšová...)” Salaj ďalej píše: „V bazálnej časti v nadloží, ale hlavne v transgresívnych detritických svetlých krinoidových vápencoch sa vyskytujú laminované, prevažne červené jaspility. Tieto sa striedajú s tenkými vrstvičkami a šošovkami milimetrových rozmerov krinoidových vápencov a anhydritov. Ide teda o plynké až lagunárne silicity uložené v hypersalinom prostredí. Nie je vylúčený ich pôvod aj v súvislosti s vulkanickou činnosťou...”

Na s.140 pokračuje: „Oneskorená starokimérská — nazveme ju bolešovská fáza vrásnenia — sa prejavila v strednom liase — álene v „bielokarpatskom“ a čorštynskom sedimentačnom priestore. Došlo k vynoreniu určitých zón, k ich erózii a vo vrchnom liase k sedimentácii detritických sedimentov, ako aj k sedimentácii lagunárnych laminovaných jaspilitov s preplátkami krinoidových vápencov a anhydritov, prítomných aj na báze transgresívnych, svetlých, silne detritických krinoidových vápencov bajoku.”

Salaj (1990, s. 152) sa k tejto lokalite opäťovne vrátil a konštatoval: „.... transgresívne bajocké svetlé detritické krinoidové vápence v sekvencii veľmi podobnej czorsztynskej (SZ ukončenie Bolešovskej doliny, 12 m vysoké bradlo) začali sedimentovať v lagunárnom hypersalinom prostredí. V ich spodnejšej časti sú bezfosílné silne laminované červenkasté a sivé jaspility (hrúbka cca 1 m). Tie sa striedajú so šošovkami krinoidových vápencov a anhydritov.” V novnej práci (Salaj, 1997, s. 225, obr. 3a, b) píše, že sa pestrofarebné laminované sladkovodné vápence vyzrážali z tečúceho potôčika.

Z priloženej fotografie možno sledovanú lokalitu identifikovať presne. Asociácia hornín, ktorú Salaj (l. c.) uvádza, je už po prečítaní nanajvýš nepravdepodobná. Na základe nášho štúdia konštatujeme, že na lokalite nikajé anhydritové ani jaspisové (silicitové) preplátky nie sú. V skutočnosti ide o biely, červený a žltkastý laminovaný mikritický vápenec z výplne neptunických žiliek v krinoidovom vápenci dogeru. Nebolo teda nijaké lagunárne hypersalinné prostredie, nijaké vynorenie (na tejto lokalite), nijaké spojenie s vulkanickou činnosťou a nijaká bolešovská tektonická fáza.

Salaj (1990, s. 98) dodáva: „Bolešovská fáza vrásnenia na rozhraní toarku — álu a v álenu sa prejavila bázickou vulkanickou činnosťou na južnom okraji severoeurópskej



Obr. 1. Pozícia skúmanej lokality.

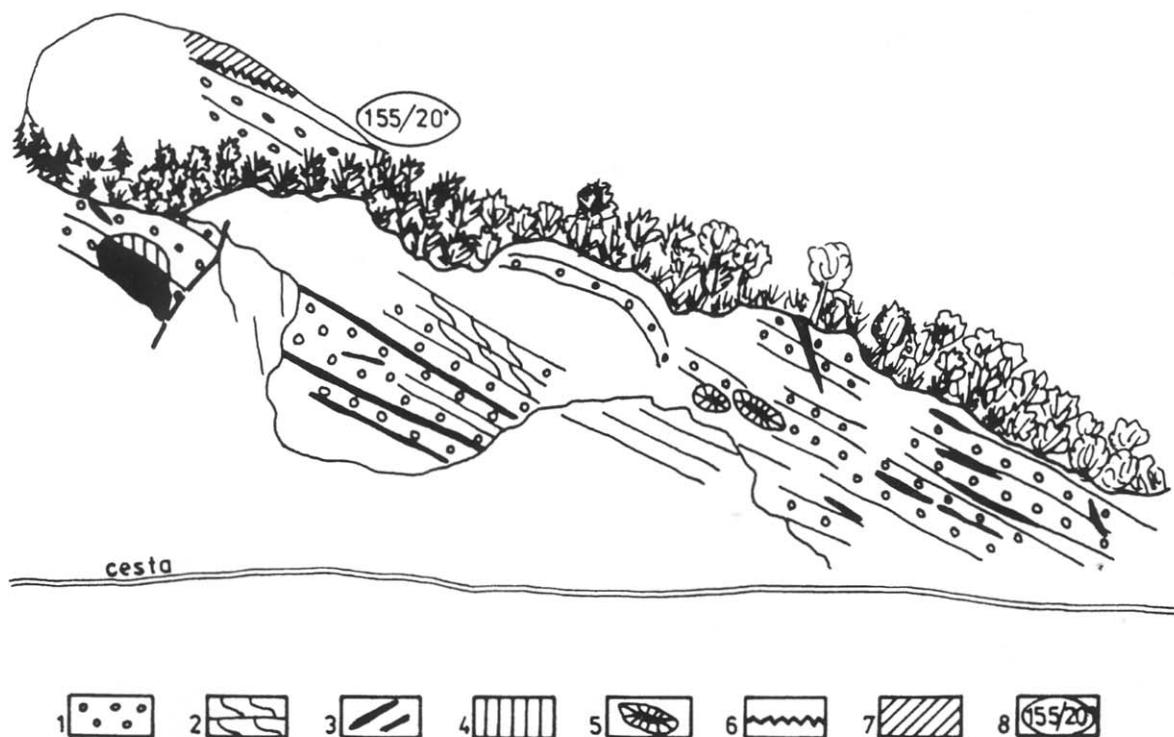
Fig. 1. Position of the studied locality.

platformy na styku s bradlovým pásmom a zrejme s ňou spojenou tvorbou mangánových horizontov v pribradlovej zóne a rohatecko-skalskom sedimentačnom priestore. Usudzujeme na ňu z prítomnosti sporadickejho výskytu vulkanického detritu preukázaného zatiaľ priamo len v detritických sedimentoch álene sekvencie Drietomky (vápnité pieskovce a mikrokonglomeráty, hrúbka asi 3 m) v bradle Chotúč a v oblasti Trenčianskych Bohuslavíc." Salaj (1987, s. 126) píše o vápnitých hrubozrnných pieskovcoch vrchného liasu (zo súvrstvia škvrnitého vápenca a slieňa), že sa v nich zistili bohaté klasty ultrabázických hornín. Na s. 125 uvádzá, že v nadloží škvrnitých vápencov a slieňov vrchného liasu sú až strednozrnné konglomeráty s dobре opracovanými obliakmi najmä paleozoického a triasového veku (melafýry, kremeň, lydity, pestré bridlice a iné).

V najnovšej práci Salaj (1997) svoje tvrdenia o anhydritočích poopravil, ale ani jeho nové určenie nie je správne. Laminované vápence (ktoré stále volá jaspilitmi, hoci ide o termín vyhradený pre silicity) pokladá za sladkovodné, lebo sú v nich údajne zvyšky oogónií sladkovodných rias z čeľade *Characeae* (dokonca rodu *Spirangium* n. sp.).

Od tohto tvrdenia odvíja aj splytčenie a vynorenie sa sedimentárnej oblasti súvisiace s bolesovskou fázou vrásnenia. Možno povedať, že nejde o nijaké zvyšky charofytových rias, lež o dávno známe ostrakóda špecializované na život v dutinách (Mišík, 1979; Jurkovičová, 1980; Aubrecht, 1992; Mišík a Sýkora, 1993). Ide o rod *Pokornypopsis* sp. (určený nielen z prierezov, ale aj z odtlačkov), ktorého recentní potomkovia obývajú aj submarinné jaskyne (Aubrecht a Kozur, 1995). Takéto ostrakóda sme nikdy nenašli inde ako v neptunických dajkách alebo v iných synsedimentárnych dutinách. Sedimentácia „jaspilitov“ sa nestriedala s usádzaním krinoidového vápenca („krátkodobé morské inkurzie“ — Salaj, 1997, s. 227), o čom svedčí chýbanie akýchkoľvek prichodov, ako aj neprítomnosť intraklastov z laminovanej výplne v krinoidovom vápenci.

Možno povedať, že nijaká stredokimeridžská bolesovská fáza najestvuje a nijaká vulkanická činnosť v toarku alebo álene nebola. Ak sa nejaké drobné úlomky vulkanitov (aké sme ojedinele zistili aj v dogeri na lokalite Babiná, Sedliacka Dubová a Milpoš, Mišík a Aubrecht, 1994) našli, ide o staršie, nie synchrónne vulkanity. Výskyt úlomkov ultra-



Obr. 2. Stavba skúmaného bradla. 1 — krinoidový vápenec, 2 — šikmé zvrstvenie, 3 — neptunické dajky s mikritovou výplňou, 4 — sivý mikroonkoidalový až ooidový vápenec vo výplni kaverny, 5 — dutinky s radiaxiálnym tmelom a vnútorným sedimentom, 6 — Fe-Mn hardground, 7 — červený biomikritový vápenec s prieschom do sivého mikroonkoidalového vápenca, 8 — smer a sklon vrstiev.

Fig. 2. Structure of the examined kippe. 1 — crinoidal limestone, 2 — cross-bedding, 3 — neptunian dykes with micrite filling, 4 — grey microconoidal to ooidal limestone in the cavern filling, 5 — small voids with radial cement and internal sediment, 6 — Fe-Mn hardground, 7 — red biomictic limestone with transitions to the grey microconoidal limestone, 8 — strike and dip of beds.

bázik v liase až dogeri czorsztynskej jednotky po našom výskume vylučujeme, lebo chróm spinelidový detrit chýba úplne (okrem ojedinelého zrna na lokalite Milpoš) a z tohto intervalu je nanajvýš nepravdepodobný aj v susedných jednotkách. Tenké vložky v telesách krinoidového smolegovského vápenca s centimetrovými klastmi kremeňa nepokladáme za prejav nejakej tektonickej fázy, ale za tempestity (Mišík et al., 1994, s. 265). Salaj navyše (l. c.) spája viac jednotiek bradlového pásmu a centrálnych Západných Karpát do jedného sedimentačného prostredia, čo protirečí všetkým doteraz známym faktom. Opisovaný výskyt stredozrnnného zlepence s uvedeným zložením obliakov sa asi zamieňa s „upohlavskými“ zlepencami strednej a vrchnej kriedy v tejto oblasti (možno aj údaj o ofiolitovom detrite v pieskovci je z lokality kriedového veku). Mangánové horizonty (hardgroundy) netreba odvodzovať od hypotetickej vulkanickej činnosti, lebo ich spôsobili iné udalosti (napr. kolísanie hladiny svetového oceána, zmena režimu prúdov a pod.).

Opis vrstvového sledu bolesovského bradla (obr. 2)

Biely a žltkastý piesčitý krinoidový vápenec
(bajok — spodný kelovej)

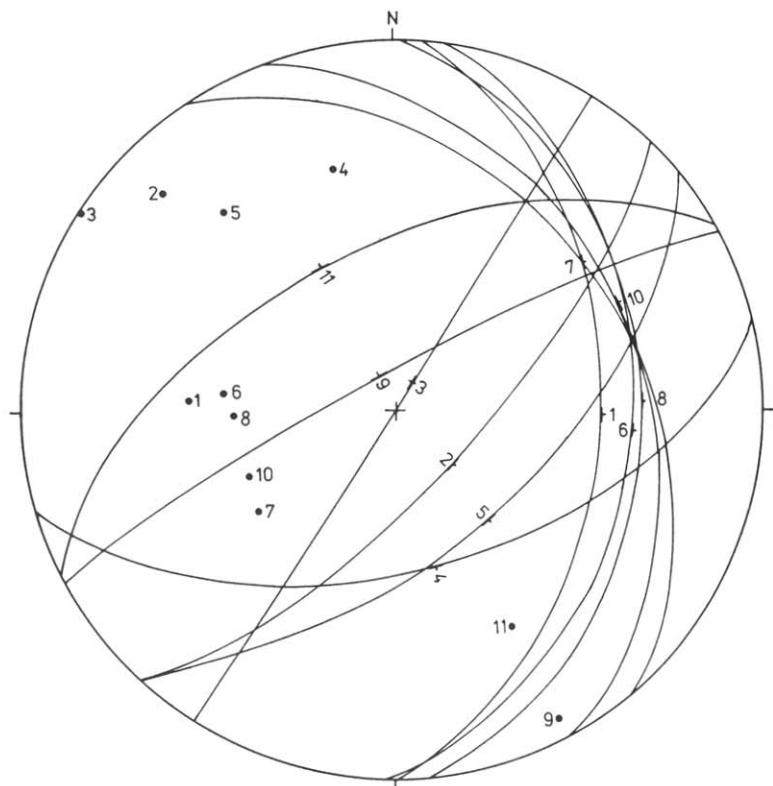
Telesá bieleho piesčitého krinoidového vápenca sú hrubolavicovité, miestami masívne; viac ráz sa v nich sponzorovalo šikmé zvrstvenie. Ojedinele obsahujú dutinky

s radiaxiálnym tmelom, najmä v mieste intraformačnej brekcie malého rozsahu. Podľa mikroskopického opisu z troch výbrusov ide o biosparity a dominantným zastúpením echinodermových článkov, čiastočne s dvojčatnými lamelami a syntaxiálnymi obrubami (prvá fáza obrúb je izopachová). Ďalej je v nich hojný výskyt úlomkov brachiopód a lastúnikov (nie sú orientované paralelne s dnom), ojedinelé sú nubekularidné foraminifery a ostne ježoviek. Častý je klastický kremeň, ktorého obliačiky sú veľké až 3 cm. Klasty kremeňa pod 0,5 mm sú angulárne a tlakovým rozpúštaním vnikajú do bioklastov.

Na doplnenie uvádzame aj rozbor ťažkých minerálov z piesčitej frakcie z práce Aubrechta (1993). Z 1426 zŕn bolo 69 % opakových minerálov, 2 % fosfátových zŕn (prevažne organických zvyškov) a 29 % priesvitných ťažkých minerálov. Z nich bolo 53 % granátu, 33 % zirkónu, 8 % rutitu, 5 % apatitu a 1 % turmalínu.

Neptunické žily s dogerskou výplňou

Neptunické žily s dogerskou výplňou vystupujú vo veľkom množstve v súvrství krinoidového vápenca do geru v mocnosti od 3 do 20 cm. Z diagramu (obr. 3) možno výčítať dva smery zdánlivej extenzie, a to SZ—JV a SV—JZ. Keďže bradlá bývajú rotované, z výsledkov meraní sa dajú určiť len vzťahy medzi systémami dajok navzájom a ich vzťah k vrstvovitosti. Smer skutočnej extenzie by bolo



Obr. 3. Štruktúrny priemet súčasného priebehu nepunických dajok v bradle stočený do roviny vrstvovitosti (rovina hardgroundu v hornej časti bradla). Šikmý, miestami až kolmý priebeh dokazuje, že nejde o konkordantné polohy v krinoidovom vápenca, ale o neptunické dajky.

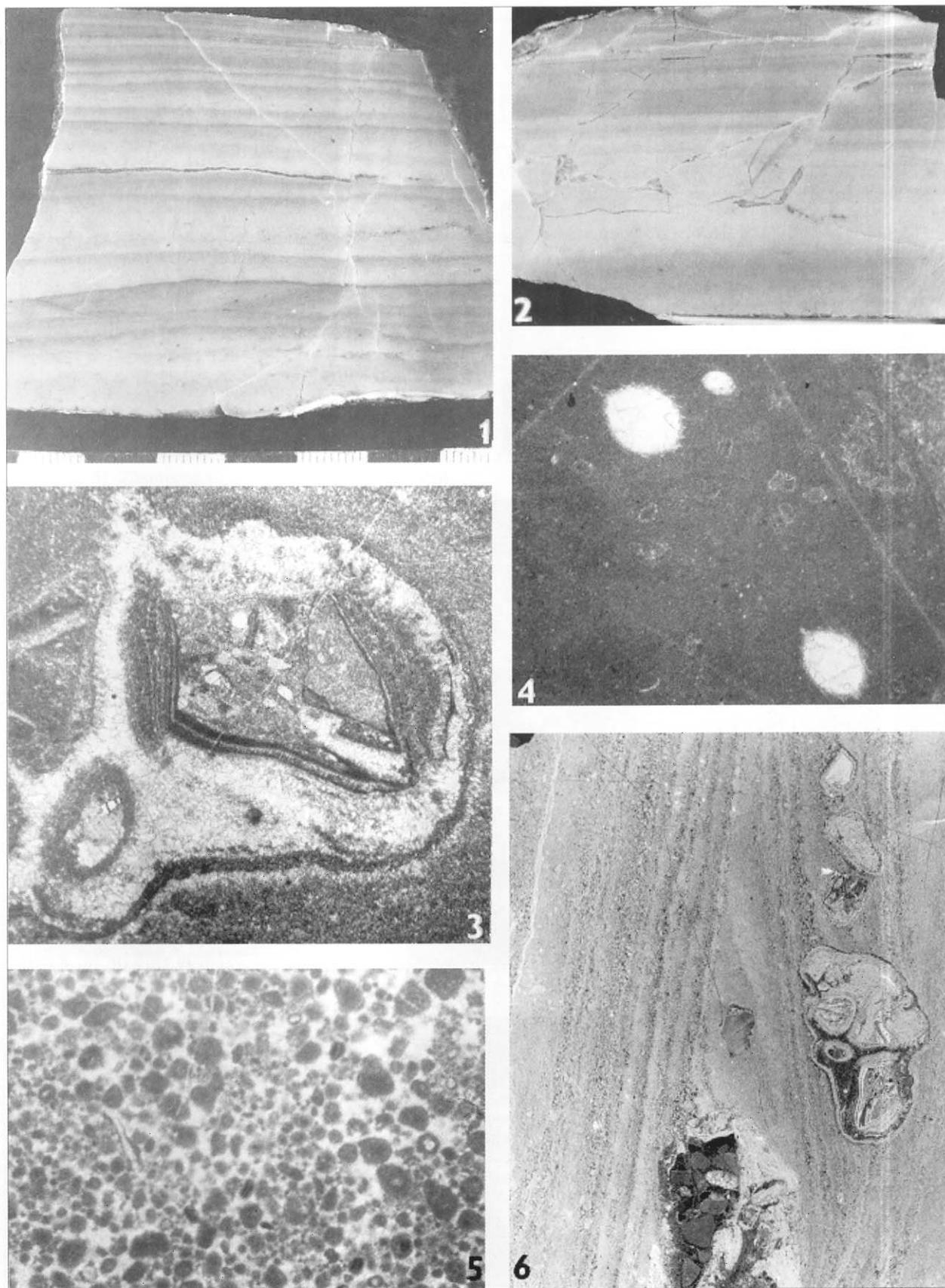
Fig. 3. Structural scheme of the recent course of the neptunian dykes rotated to the bedding plane (plane of the hardground in the upper part of the klippe). Oblique, locally even perpendicular course proofs that they do not represent conform layers in the crinoidal limestone, but neptunian dykes.

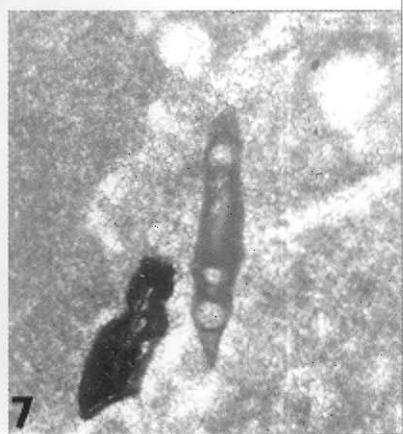
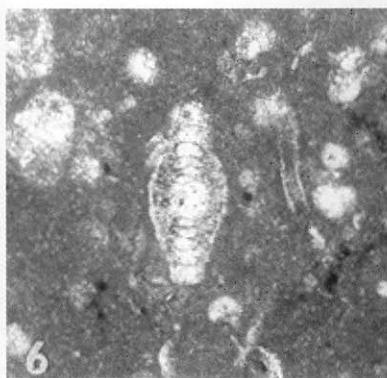
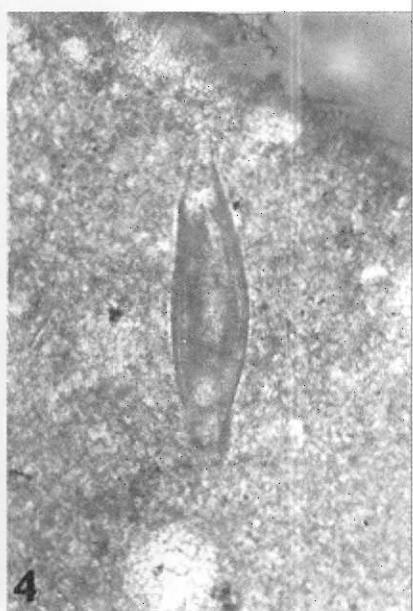
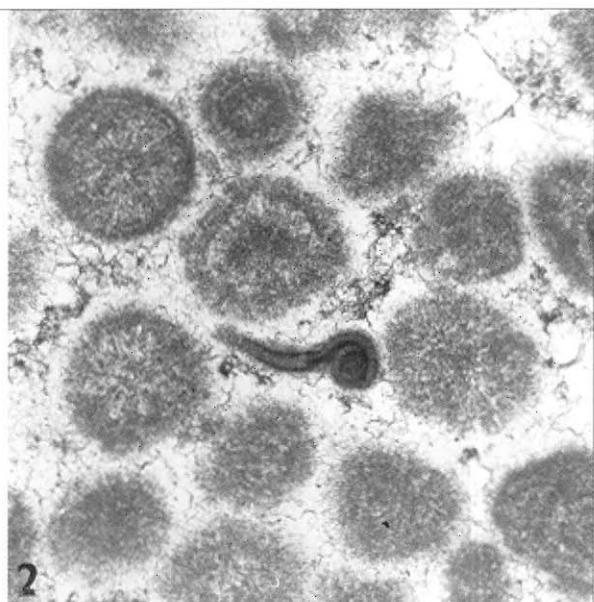
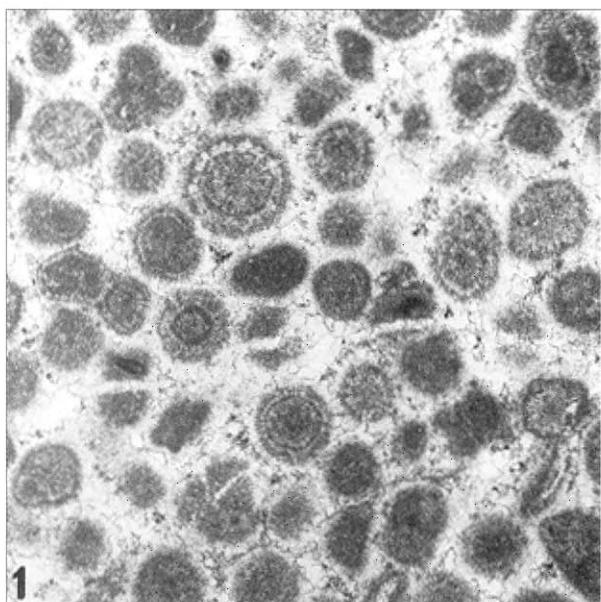
možno overiť iba paleomagnetickými a detailnými štrukturálnymi meraniami. Priebeh dajok dokazuje, že nejde o konkordantné polohy v telesách krinoidového vápenca, ale o neptunické dajky. Dajky neobsahujú stratigraficky dôležité mikroorganizmy. Analogicky podľa susedných lokalít (napr. lom Babiná) považujeme ich výplň za trocha mladšiu, zhruba synchrónnu, teda vrchnodogerskú. Časť dajok sa viaže na rozšírené medzivrstvové špáry, avšak meranie poukazuje na nepravidelné rozpukanie komplexu. Žily vypĺňa ružový, svetlosivý, krémový a hniedastosivý laminovaný vápenec (hrúbka lamín 1—5 mm, tab. I, obr. 1). Niekoľko je laminácia zreteľná až vo výbruse. Bázu lamín tvorí pelmikrit, pelsparit alebo kalcisiltit, ale väčšiu časť horniny mikrit. Pelety sa našli v troch z piatich výbrusových vzoriek (3/5). V jednom prípade ide o zreteľné koprolity. Časť z nich môže byť aj mikrobiálneho pôvodu (porovnaj Chafetz, 1986; Reitner a Neuweiler, 1995). Zvyčajne sa vyskytujú ojedinelé organické zvyšky, a to ostrakóda

(4/5), v dvoch prípadoch zástupcovia rodu *Pokornyopsis*, príznační obyvatelia dutín (tab. I, obr. 4). Ďalej sa vyskytujú ojedinelé echinodermové články (2/5), tenkostenné lastúrniky (2/5), foraminifery (1/5), prevažne aglutinované, ale našla sa aj drobná *Trocholina* sp. a *Ophthalmidium* sp. Klastický kremeň chýba úplne. Ojedinele sa vyskytol intraklast krinoidového biosparitu a úlomok kalkrusty s nepravidelnými pizoidmi (tab. I, obr. 3, 6) s ojedinelými zrnameniami kremeňa a so zrnom granátu. V dajke sa zistil drobný synsedimentárny pokles nepostihujúci vyššie laminy (tab. I, obr. 2). Výplň tejto sterilnej ružovej dajky sa podrobila izotopovému rozboru s týmito výsledkami: $\delta^{18}\text{O} = -0,5 \text{ ‰}$ a $\delta^{13}\text{C} = 3,4 \text{ ‰}$. Tieto hodnoty neukazujú na meteorickú diagenézu späť s vynáraním sa komplexu, o ktorej by bolo možno uvažovať podľa už spomenutého úlomku pravdepodobnej kalkrusty v dajke d. V dajke b sa s pozorovala bioturbácia s polaritnými štruktúrami (sparit v hornej časti neúplne zaplnených chodbičiek).

Tab. I. 1 — Laminovaný červený kalový vápenec z výplne neptunickej dajky. Nábrus. 2 — Synsedimentárna porucha (drobný prešmyk) v laminovanej výplni neptunickej dajky porušujúca ružovkasté a krémové laminy mikritu; pravdepodobne kelovej. Nábrus, zväčš. 2x. 3 — Pizoidický klast v neptunickej dajke pochádzajúci pravdepodobne z kalkrusty. Detail z obr. 6. Č. v. 19 351, zväčš. 26x. 4 — Ostrakóda rodu *Pokornyopsis* — špecializovaní obyvatelia dutiniek (coelobity) v ružovom laminovanom mikrite z výplne neptunickej dajky; pravdepodobne kelovej. Č. v. 19 352, zväčš. 13x. 5 — Pelsparit až mikrooncosparit z výplne kaverny vo svetlom krinoidovom vápenci. Č. v. 24 254, zväčš. 30x. 6 — Laminovaná výplň neptunickej dajky — mikrit s intraklastmi; spodný z nich pochádza pravdepodobne z kalkrusty. Č. v. 19 351 — fotografia zhotovená priamo z výbrusu, zväčš. 8x.

Pl. I. 1 — Laminated red micritic limestone from a neptunian dyke filling. Polished slab. 2 — Synsedimentary fracture (tiny thrust) in the laminated fill of neptunian dyke cutting the pink and creamy micritic laminae. Probably Callovian. Polished slab, magn. 2x. 3 — Detail from the Fig. 6. Thin section No. 19 351, magn. 26x. 4 — Ostracods *Pokornyopsis* sp. — the specialized cavity dwellers (coelobites) in pink laminated micrite filling of the neptunian dyke; probably Callovian. Thin section No. 19 352, magn. 13x. 5 — Pelsparite to microoncosparite from the cavity fill in the white crinoidal limestone. Thin section No. 24 254, magn. 30x. 6 — Laminated fill of the neptunian dyke — micrite with intraclasts. The lower one came probably from a calcrust. Thin section No. 19 351, the photo made directly from thin section, magn. 8x.





Kaverna čiastočne vyplnená mikroonkoidovo-ooídovým vápencom

Kaverna vystupuje v ľavej časti odkryvu a má maximálnu hrúbku 1,7 m. Na styku s okolitou horninou — bielym krinoidovým vápencom — je sprvu radiaxiálny tmel v niekoľkých vrstvičkách. Výplň spodnej časti kaverny je brekciavitá, s hojnými klastmi ružových biomikritov a slabo vymytych biosparitov s dominanciou echinodermových článkov. Medzernú hmotu tvorí sivý laminovaný mikrit s ojedinelými laminami plemikritu. Obsahuje zriedkavé ostrakóda a celkom ojedinele drobné oftalmídiá a schránky tenkostenných lastúrnikov („vlákna“).

Vo vyšej časti sa v ružovom laminovanom mikrite zistilo šikme zvrstvenie pod uhlom 20°. Mikrit je úplne bez organických zvyškov. Výbrus z vyšej časti kaverny zachytáva sivý laminovaný kalový sediment s laminami paralelnými so stenou kaverny. Lamy patria pelsparitu (drobné aglutinačné pelety), v ktorom sú nepravidelné rozmiestnené mikroonkoidy s nepravidelnou stavbou (tab. I, obr. 5). Zastúpené sú aj ostrakóda, ojedinelé echinodermové články a úlomky lastúrnikov. Našiel sa aj intraklast plemikritu s väčšími peletami (koprolitmi?) obsahujúci drobné oftalmídiá (tab. III, obr. 1). Vo vlastnej výplni kaverny (odhliadnuc od klastov pochádzajúcich zo stien kaverny) úplne chýba terigénna prímes kremeňa. V najvyšej časti kaverny sú aj ooídy (spomenuté už v práci Mišíka, 1997, tab. VII, obr. 2), čo je v bradlovom pásmi unikátné. Aj keď sú zvyšky radiálnej stavby zreteľné, nateraz nemožno úplne vylúčiť, že išlo o rekryštalizáciu (tab. II, obr. 1—2), druhotnú tvorbu radiálnej štruktúry, čo sa spozorovalo pri niektorých mikroonkoidoch z kimeridžu — spodného titónu (Mišík, 1998, Pl. III, Fig. 5).

Z organických zvyškov sú časté iba drobné oftalmídiá (vyše 10 exemplárov vo výbruse; podobné typy vystupujú zvyčajne v kelovej). Ojedinelé sú ostrakóda a veľmi zriedkavé mikritové intraklasty. Hornina neobsahuje klastický kremeň. Vek výplne celej kaverny možno odhadnúť na kelovej (?) až oxford (?).

V pravej časti odkryvu je niekoľko menších kaveriencov (veľkých do 30 cm) vystlaných vrstvou radiaxiálneho zvrstveného tmelu v hrúbke aj vyše 1 cm („evinospongiavá štruktúra“), takisto s komplexnou výplňou.

Tmavofialová a čiernočervenkastý vápeneč s hnedočierrou kôrkou hrubou 1—5 cm (Fe-Mn hardground a onkoidy) vrchný kelovej — spodný oxford

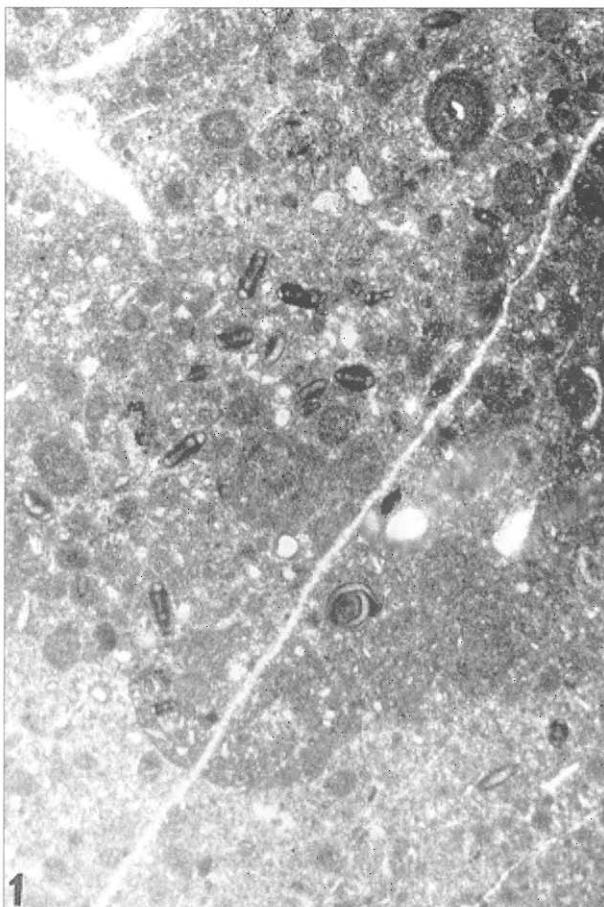
Ide o biomikrit „packstone“ s vláknovou (tab. II, obr. 3) až „protoglobigerínovou mikrofáciou“. Z organických zvyškov vo výbrusoch sú hojné „vlákna“ (prierezy tenkostenných lastúrnikov), ostrakóda, globochety, časté foraminifery, hlavne *Globuligerina* cf. *oxfordiana* Grzelis („protoglobigerín“), oftalmídiá, nubekularidné sesilne foraminifery, lenticulína, drobné trocholína, ojedinele „mikroforaminifery“ (bazálne membrány juvenilných foraminifer), echinodermové články, zriedkavejšie spikuly hubiek (vyplnené radiálne lúčovitým kalcitom), ostrakóda a drobné gastropóda. Mnohé z organických zvyškov v podloži hardgroundu (najmä foraminifery) boli selektívne nahradené Fe—Mn oxidmi (tab. III, obr. 4—6). Celkom ojedinelé sú kremienné zrná siltovej veľkosti. V jednom prípade sa našli autigénne plagioklas. Skeletálne úlomky bývajú čiastočne selektívne zatláčané Mn-oxidmi a niektoré z nich sa podarilo vyseparovať rozpúštaním v HCl.

Významnú časť horniny tvoria planárne a drobné kolumnárne Fe-Mn stromatolity (tab. III, obr. 2), na ktorých stavbe sa miestami zúčastňujú nubekularidné foraminifery. V menšom množstve sa vyskytujú hnedé až žltozelené (priesvitné) stromatolity, ktoré môžu mať fosfatické zloženie (tab. IV, obr. 1—3). Z Fe-Mn krusty vybiehajú záteky do pukliniek v podloži, a to či už v podobe hustej siete tenkých žiliek (tab. IV, obr. 5), alebo mangánových dendritov, ktoré zatláčajú podložnú horninu. Na zariadení EDAX sa v hardgrounde zistil podiel Fe (9,19 %), Mn (1,38 %) a Ni (4,8 %) — tento údaj je prekvapujúci. V hardgrounde sa v dvoch prípadoch spozorovali drobné tenké neptunické dajky čiastočne vyplnené mikritom s drobnými bezskulptúrnymi schránkami ostrakód (tab. IV, obr. 4). Keďže výplň týchto drobných dajok nereprezentuje nadložný sediment, máme dôvod predpokladať, že ostrakóda predstavujú ich autochtonnu faunu.

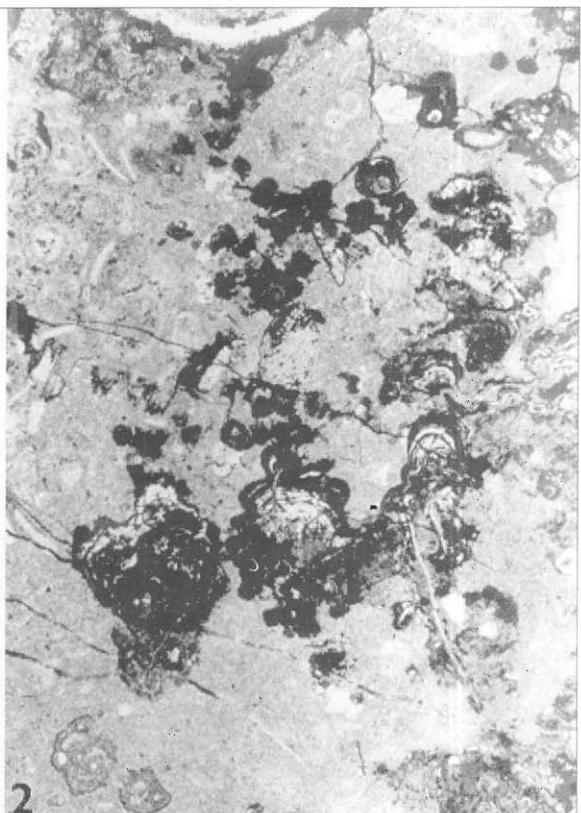
V nižšej časti hardgroundu alebo pod ním sa vyskytujú Fe-Mn onkoidy. Obklopuje ich matrix, ktorý je výlučne z vláknovej mikrofácie, poukazujúcej ešte na kelovej. Onkoidy tvorí podobný materiál ako hardground, s analogickými sprievodnými javmi, ako je zatláčanie okolitého sedimentu Fe-Mn oxidmi a pod. Vrstvičky onkoidov sa pri diagenéze často oddaľujú a priestor medzi nimi vypĺňa číry blokový kalcit. Ani kalcitové žilky presekávajúce

► **Tab. II. 1** — Ooids v mikroonkoidovom vápenci z výplne kaverny v krinoidovom vápenci. Na niektorých ooidoch aj s radiálou štruktúrou ešte vidno mikroonkoidové dorastanie. Môže ísť aj o opačný proces — radiálnu rekryštalizáciu mikroonkoidov; pravdepodobne oxford. Č. v. 20 511, zväčš. 30x. 2 — Mikroonkoidový vápenc s *Ophthalmidium* sp. V mikroonkoidoch vidno jemnú radiálnu stavbu, ktorú mohla spôsobiť rekryštalizácia. Č. v. 20 511, zväčš. 60x. 3 — Vláknová mikrofácia vápence v tesnom podloži hardgroundu vo vrchnej časti bradla. Č. v. 24 257/1, zväčš. 30x. 4 — Foraminifera *Ophthalmidium* sp. z kalového vápence s *Globuligerina* sp. v bezprostrednom nadloži Fe-Mn hardground; vrchný kelovej — oxford. Č. v. 19 340, zväčš. 160x. 5 — Foraminifera v Fe-Mn hardgrounde. Č. v. 19 755, zväčš. 95x. 6 — Foraminifera *Involutina* sp. z vápence v nadloži Fe-Mn hardgroundu. Č. v. 19 340, zväčš. 80x. 7 — Ako na obr. 4. Č. v. 19 340, zväčš. 80x.

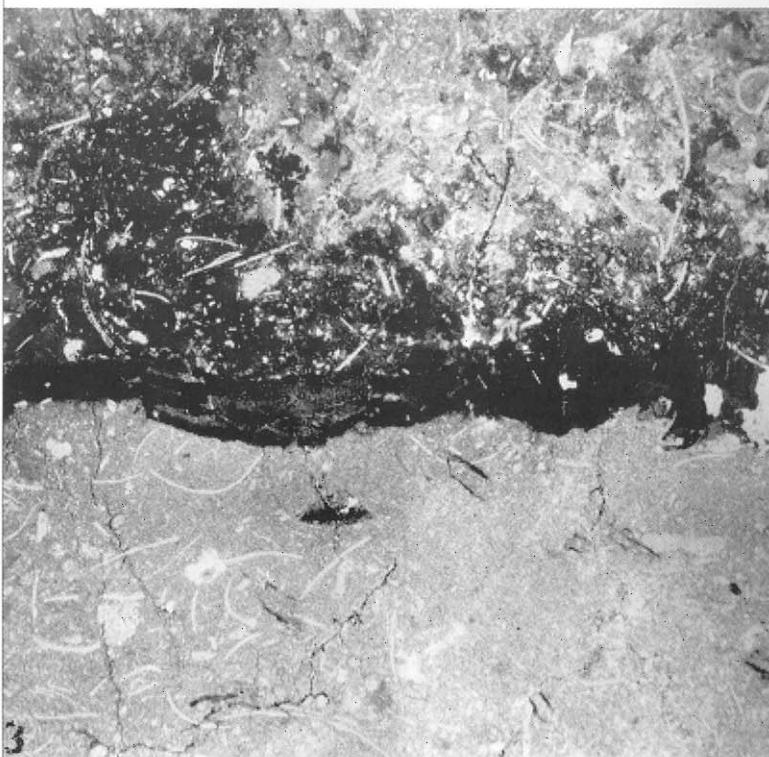
Pl. II. 1 — Ooids in the oncoidal limestone from the cavern filling in the crinoidal limestone. On some ooids, some microoncolitic coatings are visible. They can represent also an opposite process — a radial recrystallization of the microoncoids. Probably Oxfordian. Thin section No. 20 511, magn. 30x. 2 — Micronoidal limestone with *Ophthalmidium* sp. The microoncoids possess fine radial structure that might be caused by recrystallization. Thin section No. 20 511, magn. 60x. 3 — Filament microfacies in the limestone directly underlying the hardground in the upper part of the klappe. Thin section No. 24 257/1, magn. 30x. 4 — Foraminifer *Ophthalmidium* sp. from the micritic limestone with *Globuligerina* sp., directly overlying the Fe-Mn hardground; Upper Callovian-Oxfordian. Thin section No. 19 340, magn. 160x. 5 — Foraminifer in the Fe-Mn hardground. Thin section No. 19 755, magn. 95x. 6 — Foraminifer *Involutina* sp. from the overlying of the Fe-Mn hardground. Thin section No. 19 340, magn. 80x. 7 — As in Fig. 4. Thin section No. 19 340, magn. 80x.



1



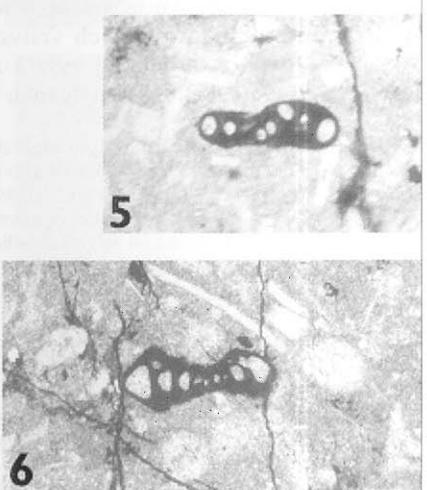
2



3



4



5



6

matrix nepretínajú onkoid priamo, ale sa napájajú na kalcitovú výplň medzi vrstvičkami. Tieto diagenetické fenomény sú teda zrejme synchrónne. V jednom prípade sa v okolí onkoidu zistilo vyplňanie dutiny po vzniku blokového kalcitu Fe-Mn oxidmi (tab. IV, obr. 6), čo svedčí o tom, že diagenetické dotváranie hardgroundu pokračovalo aj po vzniku kalcitových žiliek.

Makroskopicky možno v onkoidoch farebne odlišiť spravidla tri zóny (nemusia byť vo všetkých onkoidoch): vonkajšiu — čiernu, strednú — červenú a vnútornú — žltú. Podľa farby sme predpokladali, že kym vonkajšiu zónu tvoria mangánové minerály, strednú a vnútornú železité oxidy a hydroxidy, príp. fosfátové minerály (posledný predpoklad sa nepotvrdil). Vychádzali sme z toho, že všetky mangánové oxidy sú čierne, resp. tmavosivé. Farba patrí medzi výrazné znaky oxidov a hydroxidov Fe v práškovej forme (zodpovedá vrypu). Každý oxid Fe má charakteristické sfarbenie (Schwertmann a Cornell, 1991). Goethity a akaganeity (v prírode zriedkavé) sú zvyčajne žltobielé, lepidokrokity oranžové, ale hematit väčšinou červené. Magnetit je čierny a maghemit (produkt jeho oxidácie) často hnedočervený, no aj čierny. Dôležité je uvedomiť si, že hematit má vysokú schopnosť pigmentácie, a preto často jeho len niekoľkopercentný obsah v oxidačných produktoch stačí na to, aby sa stali červenkastými.

Materiál z jednotlivých zón sa podrobil rtg. difrakčnej analýze, aby sa zistili minerálne fázy, ktoré ho tvoria (podmienky analýzy: rtg. difraktograf DRON-3, Cu $\text{K}\alpha$ žiarenie, = 1,54178 Å, filter Ni, napätie 40 kV, prúd 20 mA, clony: 1; 1; 0,5). Analýzy sa vykonali v súčinnosti s počítačovým programom ZDS na rtg. práškovú difrakčnú analýzu. Každá kryštalická minerálna fáza poskytuje súbor charakteristických medzirovinných vzdialenosťí d a tie sa použili na identifikáciu sledovaných vzoriek. Najintenzívnejšie hodnoty medzirovinných vzdialenosťí d uvedené v kartotéke JCPDS (Berry, ed., 1974), resp. u Brindleyho a Browna (1980, s. 362—378), príp. Kostova (1971) a Bernarda a Rosta (1992) pri identifikovaných mineráloch v odlišných zónach onkoidov sú:

goethit — 4,18 (100); 2,69 (30); 2,45 (25) Å
hematit — 3,68 (30); 2,70 (100); 2,52 (70) Å
rancieit — 2,57 (100); 3,77 (20); 2,46 (10) Å
psilomelán — 3,49 (8); 2,402 (8); 2,191 (10) Å
romanechit — 6,96 (55); 3,481 (60); 2,408 (100); 2,366 (50); 2,188 (85)

Pomerne vysoký podiel kalcitu v pôvodných vzorkách sa odstránil pôsobením kyseliny octovej. Napriek takejto úprave difrakčné záznamy vzoriek neposkytujú výrazné difrakčné maximá a naznačujú, že okrem dobre identifikovateľných kryštalických fáz (napr. pri goethite a hematite)

vzorky pravdepodobne obsahujú aj minerálne fázy s nízkou kryštalinitou, príp. rtg. amofrné. Ale zároveň treba konštatovať, že vlnová dĺžka Cu žiarenia nie je na analýzu minerálov s vyšším obsahom Fe a Mn vhodná.

Vz. č. 1—5 (IV) reprezentuje vonkajšiu, čiernu zónu, v ktorej na rozdiel od vnútornejších zón, tvorených najmä hydroxidmi a oxidmi Fe, výrazne prevláda hydroxid Mn sprevádzaný chudobnejšie zastúpeným goethitom. Jednoznačne to potvrdil vysoký obsah Mn stanovený mikroanalýzou (JEOL 840). Podľa registrovaného difrakčného maxima 7,56 (100), 3,75 (30) a 2,446 (15) Å je pravdepodobné, že ide o rancieit ($\text{CaMn}_4\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) (JCPDS, 14—627, 1974; Brindley a Brown, 1980). V mineralogickej encyklopédii Betechtina (1950) sa označuje aj ako Ca psilomelán, pričom obsah CaO môže dosiahnuť až 9 %. Charakteristický je aj vyšší obsah vody (12—14 %). Do skupiny psilomelánu patria rozličné hydroxidy Mn zložitého a nestáleho zloženia. Pomer Mn^{+2} a Mn^{+4} je vo všetkých druhoch premenlivý, ale väčšinou prevláda MnO_2 . Pôvodne sa pokladali za rtg. amorfne. V kartotéke JCPDS (1974) sa psilomelán označuje iba ako romanechit a má vzorec $\text{BaMn}_9\text{O}_{16}(\text{OH})_4$ (JCPDS, 14—627). Z týchto difrakčných, ako aj z rtg. dát psilomelánu v mineralogických kompendiach (Betechtin, 1950, s. 477—482; Kostov, 1971, s. 230—243) vychodí, že sa štruktúra rancieitu od štruktúry minerálov skupiny psilomelánu odlišuje.

Vz. č. 6-2(II) — stredná, červená zóna — je zmesou prevažujúceho goethitu s analogickými hodnotami d difrakčných maxím, aké sa uvádzajú pri vz. 4, 7-3(I) a hematitu. Na prítomnosť hematitu, ktorý zároveň sfarbuje zónu na červeno, poukazujú difrakčné maximá s hodnotou d 3,68 (50), 2,703 (90), 2,512 (60), 1,830 (35) Å.

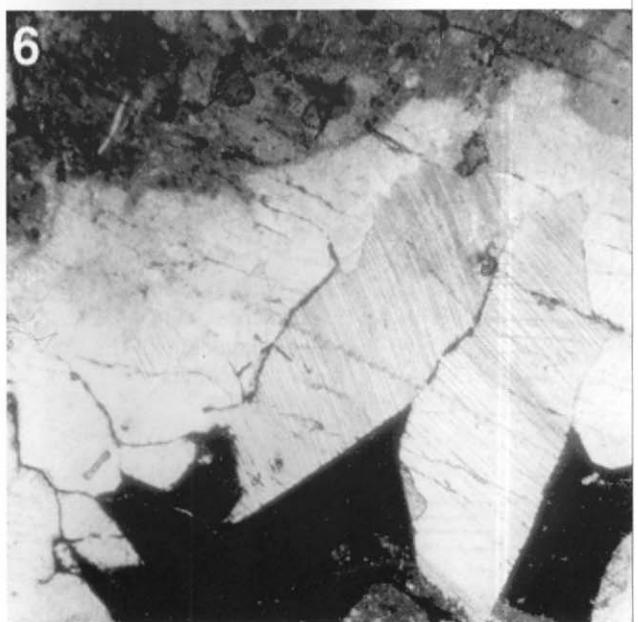
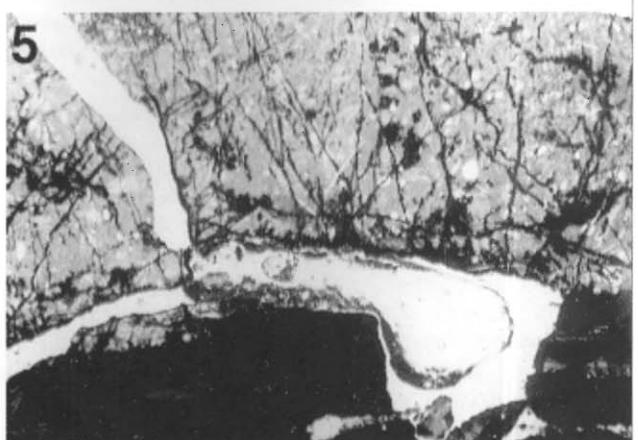
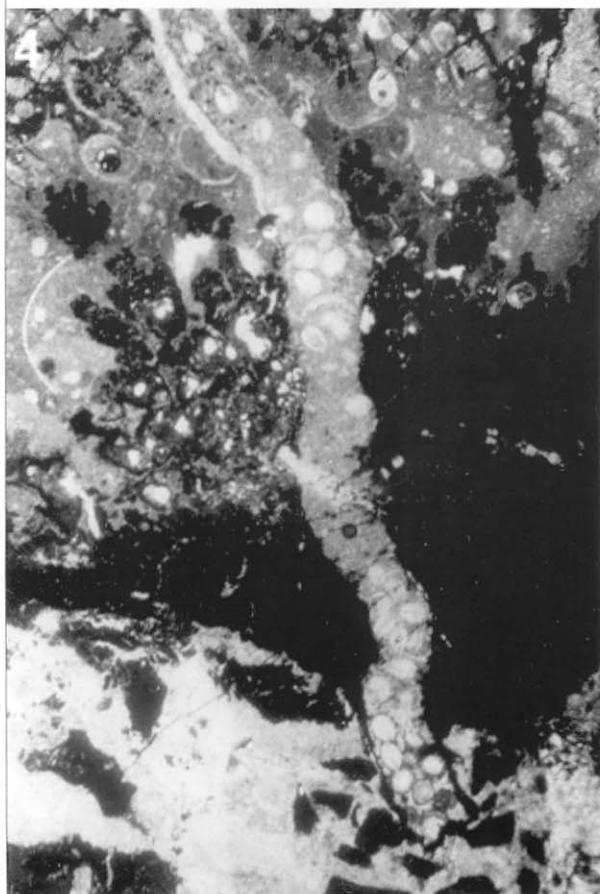
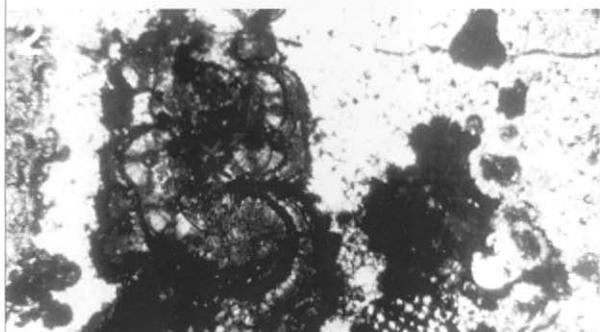
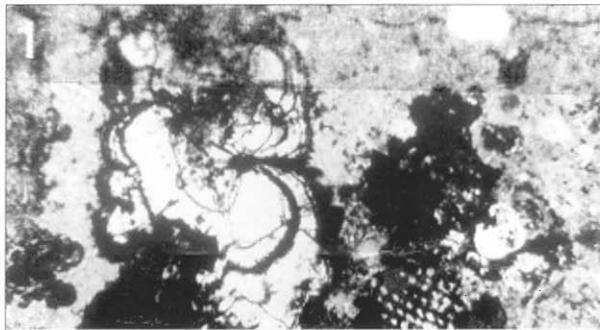
Vz. č. 4. a vz. č. 7-3(I) — vnútorná, žltá zóna — majú rovnaké minerálne zloženie. Dominuje v nich goethit, prejavujúci sa difrakčným maximom s d 4,96 (25), 4,18 (100), 3,37 (15), 2,892 (40), 2,58 (12), 2,441 (45), 2,189 (16) Å. Prípadná prímes ďalších minerálnych fáz sa iba na základe rtg. difrakčnej analýzy nedá interpretovať. Kryštalické hydroxidy Fe sa v prírode v podstate vyskytujú len ako dve polymorfné modifikácie — goethit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) a lepidokrokit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$).

Fialovoružový vápenec s lastúrnikmi s čiernym povlakom (vrchný kelovej—oxford)

Fialovoružový vápenec vystupuje v nadloží hardgroundu. Predstavuje biomikrit „packstone“ s ojedinelými intraklastmi a peletami. Obsahuje protoglobigerínovo-globochétovú mikrofáciu. Hojné sú foraminifery *Globuligerina* sp., obsahuje niekoľko *Involutina* sp. (tab. II,

Tab. III. 1 — Množstvo drobných foraminifer rodu *Ophthalmidium* sp. v intraklaste v sivom mikroonkoidovom vápenci. Č. v. 24 254, zväčš. 30x. 2 — Bakteriálne Fe-Mn stromatolity a metakoloidné vyzražávanie v hardgounde oxfordu. Č. v. 19 864, zväčš. 40x. 3 — Hardground v podobe Fe-Mn krusty vo vápenci oxfordu. Č. v. 19 343, zväčš. 26x. 4—6 — Foraminifery z kalového vápence v podloží Fe-Mn hardgroundu. Č. v. 19 343, obr. 4 — zväčš. 80x, obr. 5 — zväčš. 96x, obr. 6 — zväčš. 160x.

Pl. III. 1 — Numerous tiny foraminifers *Ophthalmidium* sp. in an intraclast in the grey microoncoidal limestone. Thin section No. 24 254, magn. 30x. 2 — Bacterial Fe-Mn stromatolites and metacoloidal precipitates in the Oxfordian hardground. Thin section No. 19 864, magn. 40x. 3 — Fe-Mn hardground crust in the Oxfordian limestone. Thin section No. 19 343, magn. 26x. 4—6 — Foraminifers from the micritic limestone underlying the Fe-Mn hardground. Thin section No. 19 343, Fig. 4 — magn. 80x, Fig. 5 — magn. 96x, Fig. 6 — magn. 160x.



obr. 6), ďalej mikroforaminifery, oftalmídiá (tab. II, obr. 4, 7), hojné globochýty, lastúrniky (pôvodne aragonitové, korodované a povlečené čierou blankou), hojné juvenilné amonity, viac gastropód, ostrakód, echinodermových článkov, ojedinelé ostne ježoviek, machovky a ofiúrový článok. Ojedinele možno nájsť aj intraklasty z Fe-Mn kôrky. Klastický kremeň chýba. Zrejme ide o niečo hlbšiu fáciu, ako je horizont s hardgroundom. Podľa hojného vystupovania protoglobigerín vekovo ide podobne ako pri predchádzajúcej vzorke asi o oxford (na lokalite Kyjov bol začiatok tejto mikrofácie späť s výskytom oxfordského amonita; Mišík a Sýkora, 1993; porovnaj Mišík, 1966; Myczynski a Wierzbowski, 1994). V týchto častiach je profil prerušený a pokračuje v oddelenej skalke.

Sivý mikroonkolitický až pelitický vápenec (oxford?)

Sivý mikroonkolitický až pelitický vápenec vystupuje tesne nad hardgroundom a pozvoľne prechádza do predchádzajúceho vápenca. Ide o mikroonkospasit až pelsparit z peloidov, v ktorých možno často rozoznať mikroonkolidové, ale aj koprolitové štruktúry. Napriek tomu, že materiál niekedy býva usporiadaný do lamín, má rozličnú zrnitosť, poukazujúcu na zlú vytriedenosť sedimentu. Vyskytujú sa v ňom aj intraklasty vápenca podobného zloženia (mikrity, plemikrity a pelsparity). Mikrofauna vápenca nie je veľmi pestrá. Najčastejšie ide o foraminify rodu *Ophthalmidium*, ostrakóda. Zriedkavejšie sú úlomky lastúrnikov (niekedy aj vo forme fantómov po vylúhovaných aragonitových schránkach vyplnených blokovým kalcitom, v niektorých prípadoch sčasti aj plemikritom). Občas sa vyskytujú aj nodosaridné a lenti-kulinidné foraminifery a „mikroforaminifery“. Sedimentom preniká množstvo žiliek vyplnených čírym blokovým kalcitom. Vápenec pripomína vápenec z Michalovej hory pri Hornej Marikovej, ktorý Salaj (1991) nesprávne zaradil do ilíru až ladinu. Novšie výskumy ukazujú, že vápenec na Michalovej hore je oxfordského veku (Sýkora et al., in prep.). Navrhujeme preň nový názov marikovský vápenec.

Pleťový kalový vápenec s drobnými intraklastmi (s červeným lemom) — vrchný titón

Ide o biointramikrit so sakokómovo-krasikoláriovou mikrofáciou. Zo skeletálnych organických zvyškov sú hojné články krinoidov rodu *Saccocoma*, kalpionelidy *Crassicollaria* sp., kalcitom vyplnené dutinky po radioláriach, juvenilné amonity, ojedinelé echinodermové články, foraminifery a veľmi zriedkavé články ofiúr. Vápenec je bez siliciklastickej prímesi.

Tab. IV. 1 — Metakoloidné priesvitné minerály v hardgrounde oxfordu. Č. v. 19 864, zväčš. 60x. 2 — To isté pri skrižených nikoloch. 3 — Podobný objekt pri skrižených nikoloch. 4 — Puklinka v hardgrounde vyplnená schránkami ostrakód, ktoré ju pravdepodobne obývali. Č. v. 24 249, zväčš. 30x. 5 — Sieť žiliek vybiehajúcich z Fe-Mn onkoidu do okolitej horniny. Č. v. 24 257, zväčš. 8x. 6 — Fe-Mn oxidy vyplňajúce zvyškovú dutinu v blokovom kalcite. Indikujú diagenetické dotváranie hardgroundu po vzniku kalcitových žiliek. Č. v. 24 257, zväčš. 30x.

Pl. IV. 1 — Metacolloidal transparent minerals in the Oxfordian hardground. Thin section No. 19 864, magn. 60x. 2 — The same as above in crossed polars. 3 — Similar object in crossed polars. 4 — Fracture in the hardground filled with ostracod tests; the ostracods were most likely cavity dwellers. Thin section No. 24 249, magn. 30x. 5 — Network of thin veinlets coming off a Fe-Mn oncoid to the surrounding rock. Thin section No. 24 257, magn. 8x. 6 — Fe-Mn oxides filling a residual void in a blocky calcite, indicating a final diagenetic process in the hardground post-dating the blocky calcite veinlets. Thin section No. 24 257, magn. 30x.

Záver

V telesách krinoidového vápenca dogeru czorsztynskej sukcesie sú hojné neptunické dajky a v menšej miere aj kaverny s komplexnou výplňou kelovejového—oxfordského veku. Prevažná časť výplne je z lamín mikritu a plemikritu, väčšinou paralelných so stienkami pukliny a s občasným šikmým zvrstvením. Laminy sú úplne bez klastickej prímesi kremeňa a iba miestami obsahujú autochtonnú faunu ostrakód rodu *Pokornyopsis*. Iný biodetrit sa vyskytuje iba výnimočne. V najmladšej výplni najväčšej kaverny sa pravdepodobne vyskytujú zatiaľ jediné ooidové vápence v pieniku (oosparsity). Hardground z Fe-Mn kôrky hrubý 1—5 cm je vo vápencoch (biomikritoch) s „protoglobigerinami“ a ešte bez prvých kadosín, takže ho možno zhruba datovať ako vrchný kelovej—spodný oxford. V hardgrounde sa našli aj mikrodajky vyplnené pravdepodobne autochtonnou faunou drobných bezskulptúrnych ostrakód. Tvorbe hardgroundu v keloveji predchádzal vznik Fe-Mn onkoidov. Prebiehal najprv v oxidických (tvorba goethitu a hematitu vo vnútornejších zónach) a neskôr v redukčnejších podmienkach (rancie tvoriaci vonkajšiu zónu). Ojedinelé vypĺňanie dutín s blokovým kalcitom Fe-Mn oxidmi poukazuje na diagenetické dotváranie hardgroundu aj po vzniku žiliek. Pokračovanie profilu je tektonicky odčlenené a predstavuje kalový vápenec so sakokómovo-krasikoláriovou mikrofáciou.

Štúdium lokality potvrdilo, že údaje Salaja (1987, 1990, 1997) o výskyti laminovaných jaspilitov, andhydritov alebo sladkovodného vápenca, ako aj predpoklad tzv. bolešovskej vulkanickej fázy sú mylné.

Podakovanie. Finančie na výskum poskytol grant I/3052/96 agentúry VEGA projektu Geodynamický vývoj Západných Karpát — II. etapa, organizovaný Geologickou službou SR, a fakultný inštitucionálny projekt G06.

Literatúra

- Aubrecht, R., 1992: Mestečká skala klippe and its importance for stratigraphy of Czorsztyn Unit (Biele Karpaty Mts., Western Slovakia). *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Bratislava*, 48, 1, 55—64.
- Aubrecht, R., 1993: Clastic admixture in Dogger crinoidal limestones of Czorsztyn Unit. *Geol. Carpath.*, 44, 2, 105—111.
- Aubrecht, R. & Kozur, H., 1995: *Pokornyopsis* (Ostracoda) from submarine fissure fillings and cavities in the Late Jurassic of Czorsztyn Unit and the possible origin of the Recent anchialine faunas. *Neu. Jb. Geol. Paläont., Abh.; Mh.*, 196, 1, 1—17.
- Bernard, J. H. & Rost, R. et al., 1992: Encyklopédický pohľad minerálu. *Vyd. Academia (Praha)*, 1—701.
- Berry, L. G. (ed.), 1974: Selected Powder Diffraction Data for Minerals. *Vyd. JCPDS (Pennsylvania)*, 1—833.
- Betechtin, A. G., 1950: Mineralogija. *Vyd. Gosud. izd. geol. lit. (Moskva)*, 1—956.

- Brindley, G. W. & Brown, G., 1980: Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identification. *Vyd. Miner. Soc. (London)*, 1—495.
- Chafetz, H. S., 1986: Marine peloids: a product of bacterially induced precipitation of calcite. *J. Sed. Petrology (Tulsa)*, 56, 812—817.
- Jurkovičová, H., 1980: Stratigraphy, lithology and microfacies in the Jurassic of the Pieniny Klippen Belt in the Krivoklát area. [Diplomová práca.] *Manuskript — archív PFUK, Bratislava*, 1—78.
- Kostov, I., 1971: Mineralogia. *Vyd. Mir (Moskva)*, 1—584.
- Mišík, M., 1966: Mikrofácie mezozoických a tertiérnych vápencov Západných Karpát. *Vyd. SAV (Bratislava)*, 1—269.
- Mišík, M., 1979: Sedimentologické a mikrofaciálne štúdium jury bradla vršateckého hradu (neptunické dajky, biohermný vývoj oxfordu). *Západ. Karpaty, Sér. Geol.*, 5, 7—56.
- Mišík, M., 1997: Stratigrafické a priestorové rozmiestnenie vápencov s kalcitovými, chamositovými, hematitovými a illitovými ooidmi v Západných Karpatoch. *Mineralia Slov.*, 29, 83—112.
- Mišík, M., 1998: Stratigrafické horizonty a fácie s vápniťimi onkoidmi, mikroonkoidmi a pizoidmi v Západných Karpatoch. *Mineralia Slov.*, 30, 195—216.
- Mišík, M. & Aubrecht, R., 1994: Source of rock fragments in the Jurassic crinoidal limestones of the Pieninicum (Klippen Belt, Western Carpathians). *Geol. Carpath.*, 45, 3, 159—170.
- Mišík, M. & Sýkora, M., 1993: Jurassic submarine scarp breccia and neptunian dykes from the Kyjov — Pusté Pole klippen. *Mineralia Slov.*, 25, 6, 411—427.
- Mišík, M., Siblík, M., Sýkora, M. & Aubrecht, R., 1994: Jurassic bra-
- chiopods and sedimentological study of the Babina klippe near Bohunice (Czorsztyn Unit, Pieniny Klippen Belt). *Mineralia Slov.*, 26, 255—266.
- Myczynski, R. & Wierzbowski, A., 1994: The Ammonite Succession in the Callovian, Oxfordian and Kimmeridgian of the Czorsztyn Limestone Formation, at Halka Klippe, Pieniny Klippen Belt, Carpathians. *Bull. Acad. pol. Sci., Sér. Sci. géol. géogr. (Warszawa)*, 42, 3, 156—163.
- Reitner, J., Neuweiler, F. et al., 1995: Mud Mounds: A Polygenetic Spectrum of Fine-grained Carbonate Buildups. *Facies (Erlangen)*, 32, 1—70.
- Salaj, J., 1987: Rét, jeho postavenie v mezozoiku a predpokladané rozmiestnenie jednotlivých sedimentačných zón Západných Karpát. *Miscellanea micropaleontologica II/1. Knih. Zem. Plyn Nafta*, 6a, 123—152.
- Salaj, J., 1990: Nové poznatky o geológii a paleogeograficko-tektonickej vývoji bradlovej a pribradlovej zóny stredného Považia a jeho problematika. *Knih. Zem. Plyn Nafta*, 9a, 93—168.
- Salaj, J., 1991: Biostratigrafická korelácia flyšových súvrství kriedy bradlovej a pribradlovej zóny stredného Považia a jej paleogeograficko-tektonický vývoj. *Mineralia Slov.*, 23, 295—313.
- Salaj, J., 1997: O význame strednokimérskej tektonickej aktivity na lias-dogerskej hranici v bradlovom a pribradlovom pásmi Západných Karpát. *Zem. Plyn Nafta*, 42, 3, 227—245.
- Schwertmann, U. & Cornell, R. M., 1991: Iron oxides in the Laboratory. Preparation and Characterization. *Vyd. V. H. (Weinheim)*, 1—177.

Controversial klippe of the Czorsztyn Unit in the Bolešovská dolina valley, between Nemšová and Pruské in the Váh river valley

A klippe of the Czorsztyn Unit at the end of the Bolešovská dolina valley was for the first time described by Salaj (1987, 1990, 1997) who mentioned several interesting phenomena as red jaspilites, anhydrites (or fresh-water limestones) and volcanic detritus occurring in this klippe. All of them are, according to him, related to a newly recognized "Bolešov" orogenic phase. Our investigation showed lack of the mentioned phenomena at the locality (incorrect determination of rocks types and/or their ages), hence the definition of a new tectonic phase is misleading.

Mentioned locality, however, comprise also several phenomena which are important from the point of view of stratigraphy, sedimentology and paleogeography of the Czorsztyn Unit. The following succession has been revealed at the klippe:

1. Thick-bedded to massive, white to yellowish sandy crinoidal limestone (Smolegowa Lst. - Bajocian- Lower Callovian) containing a local intercalation of an intraformational breccia with voids filled by radial fibrous calcite and rich quarzose detrital admixture reaching the size up to small pebbles (up to 3 cm).

2. Dark violet to black-reddish limestone with 1—5 cm thick brown to black crust (Fe-Mn hardground), with Fe-Mn stromatolites (sometimes columnar) and oncoids (Upper Callovian-Lower Oxfordian). The Fe-Mn oncoids are zonal: the outer, black zone is chiefly composed of rancieite (calcium

Mn hydroxide), the central, red zone consists of goethite and haematite whereas the inner, yellowish zone is formed only by goethite. This zonation shows gradual change in redox conditions of the environment.

Sessile nubecularid foraminifers and other foraminiferal fauna occurring within this hardground have their tests frequently replaced by Fe-Mn oxides. Some neptunian microdykes filled by autochthonous ostracod fauna were found cutting the hardground.

3. Pink-violetish limestone with black-coated (Mn oxides) bivalve shells (Bohunice Lst.). It contains *Globuligerina* and *Globochate* microfacies indicating the Upper Callovian-Oxfordian age.

4. Grey microoncolitic, pelloidal to oolitic limestone (probably Oxfordian) connected closely with the previous pink micritic limestone.

5. Creamy micritic limestone (Sobótka Lst.) with red-coated tiny intraclasts (Upper Tithonian) follows in a separate klippe, after a gap occurring in the profile. The age is indicated by *Saccocoma* and *Crassicollaria* microfacies.

The mentioned Callovian and Oxfordian limestones fill also some neptunian dykes, sillls and caverns in the underlying crinoidal limestone. Ooids represent either the shallowest elements found in the Czorsztyn Unit or they are just radially recrystallized microoncoids.