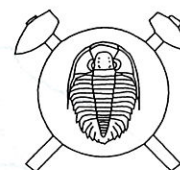


***Grandostoma*: an additional bellerophontiform mollusc with circumbilical retractor muscle attachment areas (Gastropoda, Bellerophontoidea)**



***Grandostoma*: další bellerophontiformní měkkýš s cirkumbilikálními vtisky retraktorů (Gastropoda, Bellerophontoidea) (Czech summary)**

(3 text-figs, 2 plates)

RADVAN J. HORNÝ

Department of Palaeontology, National Museum, 115 79 Praha 1, Czech Republic

Grandostoma Horný, 1962, an Ordovician bellerophontiform mollusc, has been recognized as a gastropod with circumbilical retractor muscle insertions comparable to those in *Bellerophon*. The Subfamily Grandostomatinae is abandoned and the genus *Grandostoma* is tentatively located in the Subfamily Bucaniinae (Gastropoda, Bellerophontoidea, Bellerophontidae). The mode of life of *Grandostoma bohemicum*, including shell repair, is discussed.

Key words: *Grandostoma*, *Bucanopsis*, Gastropoda, Bellerophontoidea, Grandostomatinae, Bucaniinae, circumbilical retractor muscle attachment areas, mode of life, shell repair, Ordovician, Bohemia

Introduction

Circumbilically positioned retractor muscle attachment areas, suggesting gastropod anatomy, have been to date recognized in ten bellerophontiform genera. These are *Bellerophon* (Knight 1947, Peel 1972, 1982, Horný 1993, 1995, 1996b), *Sinuites* (Knight 1947, Peel 1980, Runnegar 1981, Horný 1990, 1991a, 1992), *Salpingostoma* (Peel 1972), *Tremanotus* (Peel 1972), *Megalomphala* (Peel 1976), *Sylvestrosphaera* (Peel 1980), ?*Bucania* (Runnegar 1981), *Strangulites* (Horný 1990, 1991a), *Carinaropsis* (Peel 1993), and *Bubovicus* (Horný 1993, 1995). (The circumbilically positioned muscle scar reported in *Sinuitina* by Rollins, Eldredge and Spiller 1971 seems to be not fully certain.) Eight bellerophontiform genera are known to be tergomyans, as indicated by their dorsally positioned main retractor muscle scars [*Cyrtonella* (Wenz 1940, Rollins 1969, Rollins, Batten and Spiller 1971), *Yochelsonellis* (Horný 1962), *Cyclocyrtonella* (Horný 1962, 1996), *Cyrtolites* (Horný 1965), aff. *Sinuitopsis* (Rollins and Batten 1968), *Sinuitopsis* (Dzik 1981, Horný 1991b), *Thoralispira* (Horný and Vizcaïno 1995), *Gamadiscus* (Horný 1996a), and *Carcassonnella* (Horný and Peel 1996)].

During the current investigation of the Ordovician gastropods and tergomyans (the project "The Ordovician of Bohemia as a stratigraphical standard for the Mediterranean region"), a specimen of *Grandostoma bohemicum* (Perner, 1903) has been found showing the retractor muscle attachment areas. The specimen comes from the Zahořany Formation, Caradoc (Beroun), from a temporary outcrop in Praha-Michle. Another specimen with a less well preserved retractor muscle attachment area comes from the base of the Bohdalec Formation, Caradoc (Beroun), from the abandoned brick-yard at Praha-Hloubětín.

The finds are important as they help to classify *Grandostoma* among the bellerophontoidean gastropods, i. e. those possessing circumbilically located retractor muscle attachment areas. The number of the bellerophontoidean gastropods, verified on the basis of muscle scars, thus increases to eleven genera.

All described and figured specimens are deposited in the Department of Palaeontology, Natural History Museum, National Museum, Prague.

Systematic palaeontology

Class Gastropoda Cuvier, 1797
 Sub-class Prosobranchia Milne Edwards, 1848
 Order Archaeogastropoda Thiele, 1925
 Sub-order Bellerophontina Ulrich and Scofield, 1897
 Superfamily Bellerophontoidea M'Coy, 1851
 Family Bellerophontidae M'Coy, 1851
 Sub-family Bucaniinae Ulrich et Scofield, 1897

Genus *Grandostoma* Horný, 1962

Type species. *Salpingostoma grande* Barrande in Perner, 1903; Upper Ordovician, Ashgill (Královodvor), Bohemia.

Diagnosis. Shell small to medium large (up to 65 mm wide), narrowly phaneromphalous, immature whorls of reniform profile, slightly embraced; final whorl bell shaped, expanding into a wide, almost flat, tangential aperture with a wide, shallow posterior sinus and a deeper, v-shaped anterior sinus with a rounded apex, generating no selenizone throughout the ontogeny; parietal extension not developed; transverse and discontinuous spiral sculpture; two equivalent, tear-like, circumbilically positioned, retractor muscle scars.

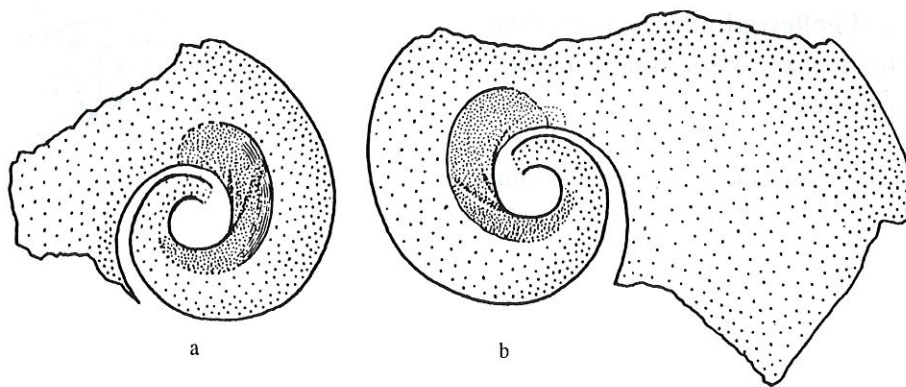


Fig. 1. *Grandostoma bohemicum* (Perner, 1903). Specimen NM - L 31168. Left (a) and right (b) sides of an incomplete internal mould (after the photographs on Pl. I, figs 3 and 7). Orig.

Grandostoma bohemicum (Perner, 1903)

- 1903 *Carinariopsis bohémica* Perner, 1903; Perner, in Barrande, *Système Silurien etc.*, IV, 1, Pl. 88, figs 41, 42, and Text-fig. 66a-b (holotype by monotypy, NM - L 5652).
- 1903 *Carinariopsis catenularia* Perner, 1903; Perner, *ibidem*, Pl. 85, fig. 16 (paralectotype NM - L 10838); Pl. 88, figs 43, 44, and Text-fig. 65a-e (lectotype NM - L 5654, paralectotype NM - L 5655).
- 1903 *Carinariopsis Sardesoni* Perner, 1903; Perner, *ibidem*, Pl. 85, figs 17, 18, and Text-fig. 67 (holotype by monotypy, NM - L 5653).
- 1903 *Bucania delicatula* Perner, 1903; Perner, *ibidem*, Text-fig. 109a-c (lectotype, NM - L 5657, paralectotype, NM - L 5658).
- 1963 *Grandostoma bohemicum* (Perner, 1903); Horný, *Lower Paleozoic Bellerophonina etc.*, pp. 84, 85, Pl. 10, figs 1-6, Pl. 11, figs 1, 2.

Description. For detailed description see Horný 1963, p. 85.

The recently studied material yields more data about the gross shell morphology, shell wall and the retractor muscle scars.

Shell shape. In gross shell morphology, *Grandostoma bohemicum* resembles both *Bucania* and *Bucanopsis*. Expansion of the whorls is less rapid than in *Carinariopsis*; umbilici in the internal moulds are wide, showing 3 1/2 whorls. All whorls, including the periphery of the final whorl (with the exception of the apertural flare), are regularly coiled in a logarithmic spiral. The posterior part of the extended aperture touches and slightly embraces the dorsum of the early final whorl. Although a plate-like extension is not developed, the inner profile of some of the internal moulds of adult specimens shows a slight irregularity in the place where the shell was thickest.

Shell wall. Specimens from decalcified concretions have dissolved shell. The empty space is widest at the umbilical sides of the final whorl, where it reaches 0.40 mm in the specimen studied (NM - L 31167), which is about 20-25 mm long. In the incomplete, immature specimen L 31170, about 20 mm long and preserved in a carbonate oolite, the recrystallized shell is

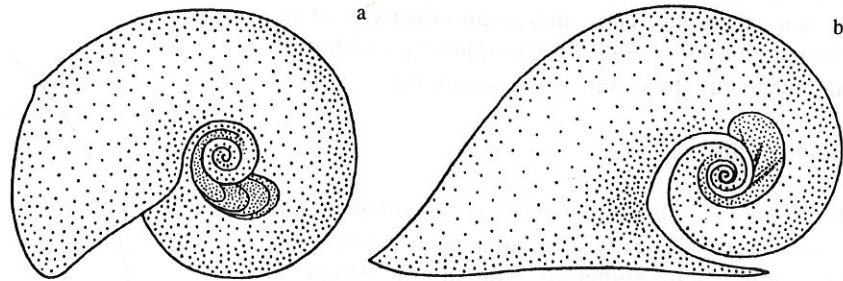
0.30 mm thick at the dorsum and 0.55 mm at the umbilical slope. Structure of the shell wall is unknown.

Muscle attachment areas. The immature specimen NM - L 31167 with preserved muscle scars is an incomplete internal mould, lacking most of the adaperatural part of the final whorl. The shell has been broken prior to deposition in the sediment. The counterpart is more complete, with partly preserved external surface with sculpture. It may have measured 16mm (length) and 20 mm (width) before breakage. The nodule, containing a rich taphocoenosis, consists of fine, brown, decalcified, originally carbonate, siltstone, and was embedded in fine argillaceous shale. After splitting the rock, the surface of the internal mould was covered with dusty limonite. The surface of the internal mould, including the muscle attachment areas, bears traces of infaunal epibionts, originally attached to the internal surface of the shell.

The functional parts of the muscle attachment areas are tear-like, positioned symmetrically on both umbilical walls and extending onto the shoulders. The whole attachment area can be followed over 180° of the volution. The anterior margin of the area is distant only about 120° from the aperture. Observed from the lateral shell side, its maximum width is 1.5 mm on a whorl 3.8 mm high. Its addorsal margin almost reaches the lateral periphery of the whorl. The addorsal part of the area is about 0.05 mm sunken into the internal mould so that a ridge is developed bordering the area addorsally and indicating the approximate thickness of myostracum, which was not dissolved prior to fossilisation (see Horný 1995). The wide, convex, anterior margin of the area passes down across the slightly concave umbilical wall of the internal mould and becomes invisible below the preceding whorl of the spire. The addorsal part of the muscle attachment area is irregularly, finely longitudinally striated. The functional part of the attachment area is divided by a strong, oblique swelling, not passing over the addorsal ridge, corresponding to a groove on the myostracum surface. At least one more, shorter and weaker, swelling is positioned adaperaturally.

Another specimen, NM - L 31170, showing a weak trace of the addorsal muscle area ridge, comes from the Karlík oolite horizon, the base of the Bohdalec

Fig. 2. *Grandostoma bohemicum* (Perner, 1903). Comparison of the internal moulds of *Bellerophon scaber* (Perner, 1903) (Silurian, Bohemia) and *Grandostoma bohemicum* (Perner, 1903). Note the different depth of the location of the retractor muscle attachment areas. Orig.



Formation, Praha Hloubětín (the old brick-yard). While its outer shell sculpture is exceedingly well preserved, the surface of the internal mould, which is partly exposed, does not show any details of the attachment area except for two or three ill-defined spiral structures. The distance of the anterior end of the ridge from the presumed aperture, which is broken off, is about 120°.

Discussion. In gross morphology, *Grandostoma bohemicum* resembles "*Bucanopsis*" *calypso* Perner, 1903. (This species represents a new genus, which will be described elsewhere.) Internal moulds of the juveniles of the two species are almost indistinguishable. Internal moulds of adult *G. bohemicum* have a regularly coiled shell, while the internal moulds of "*B. calypso*" possess a sharp angle on the ventral part of the internal mould profile, corresponding to a parietal extension. The internal mould of the ventral whorl side of the spire in "*B. calypso*" bears a narrow, deeply cut groove, corresponding to a longitudinal keel, lacking in *G. bohemicum*. The shell wall on the lateral and umbilical sides of the final whorl is much thicker in "*B. calypso*". The "curled" outer shell sculpture, consisting of growth lines and radially arranged rows of ripples, discontinuous over the bigger growth increments, is present in both taxa; nevertheless, the regular transverse lines predominate in "*B. calypso*". The continuous spiral grooves are more prominent in the juveniles of the latter species, but may be absent in the adults (this may be due to preservation). The spiral structures in *G. bohemicum*, adjacent to the median dorsal zone, have a tendency to join it at a very sharp angle in the adapertural direction.

The small differences between both compared taxa may reflect their close relationship. The greatest difference is in the presence or absence of a slit. In fact, the slit is short in "*B. calypso*" (as is also common in species of *Bucanopsis* Ulrich in Ulrich et Scofield, 1897, *Sphenosphaera* Knight, 1945 and *Carinaropsis* Hall, 1847), but it generates a well-bordered selenizone with lunulae. As the sinus/slit complex is a problematic feature for systematics (see e.g. Horný 1963, 1994, Bandel 1982, Yochelson 1982, 1984, Peel 1991, Horný and Peel 1996), it can hardly be resolved whether we are concerned with phylogenetically related or homeomorphic taxa.

The muscle attachment areas are similar to those in

Bellerophon Montfort, 1808, described by Peel (1972, 1982) and Horný (1995, 1996). Although preservation does not allow to study the details, the scars have similar shape and continuously develop through ontogeny. The functional part of the attachment area is slightly wider in *Grandostoma*. Interesting is an oblique, dorso-aperturally radiating swelling, obliquely crossing the attachment area in antero-dorsal direction and periodically originating adaperturally. It probably indicates the place of deeper insertion of the strands of muscle scars which operated clamping. They have similar direction as the oblique swellings described by Peel 1972, 1982 and Horný 1995, 1996 which, however, represent lateral impressions of muscle strands outside the attachment area. An important difference is in the depth of the attachment areas within the shell. The anterior margins of the attachment areas are about 210-250° deep in *Bellerophon scaber* (Perner, 1903) and 180-270° in *Bubovicus tardus* (Barrande in Perner, 1903) (both Silurian species protected themselves by a deep withdrawal), and only 120° in *Grandostoma bohemicum*, which protected itself by clamping. It is suspected that the functional parts of the muscle attachment areas in Bucaniinae and Tremanotiinae, when found, will have a similar shape and location. Principally, the retractor muscle scars of *Grandostoma* resemble also the scars described by Peel (1993) in *Carinaropsis* which are, however, adapted to a flat shell with reduced coiling and with a function of retractors, emphasized by a specialized morphology of aperture.

Linsley (1978, p. 199), when restoring *Ptomatis*, mentioned the columellar retractor muscles, located in a characteristic bellerophontoidean position, about one half volution inward from the aperture. This position would allow protection of the animal by deep withdrawal into the shell. Linsley presumed that the pustulose parietal deposit on mature specimens of *Ptomatis* can be interpreted as an insertion area for the retractor muscles. He argued that, in connection with the development of a flaring aperture, clamping presumably would become more important than deep withdrawal, and the columellar muscle insertions would migrate to the parietal lip. As shown by Peel (1993), the withdrawal/clamping problem in *Carinaropsis* (and similarly in "*Bucanopsis*" *calypso* and even *Ptomatis*) has been solved by a shelf-like or plate-like projects of parietal

deposits, without the necessary transfer of the retractor muscle insertions. Thus, maximum effectivity of the retractor muscles both in the juveniles (by withdrawal) and the adults (by clamping) was acquired.

Mode of life

In the Zahořany Formation, *Grandostoma bohemicum* occurs in silty shales or silty carbonate nodules, together with rich epibenthic fauna of *Drabovia* Community, which corresponds to the benthic assemblage 3 of Boucot (Havlíček 1982, Havlíček in Chlupáč et al. 1992). It is most frequent in the eastern part of the Barrandian area, where the sea was shallower (Loděnice, territory of Prague). The taphocoenoses contain common brachiopods (*Drabovia*, *Onniella*, *Horderleyella*), bivalves (*Ctenodonta*, *Modiolopsis*, *Praeleda*), hyolithes (*Eumorpholites*, *Elegantilites*), tergomyans (*Sinuitopsis*), gastropods (*Bucanopsis*, *Lophospira*), trilobites (*Dalmanitina*, *Pharostoma*, *Marrolithus*), echinoderms (*Aristocystites*, *Codiacystis*), and others. Trilobites are almost always disarticulated, but bivalves are mostly complete and tergomyans and the majority of gastropods usually do not exhibit any serious damage by transport. In the Bohdalec Formation, *Grandostoma bohemicum* occurs in similar conditions but in only slightly different assemblages (*Onniella*, *Aegiromena*, *Sinuitopsis*, *Sokhretia*, *Eudolites*, *Flexicalymene*, and others).

Several authors assumed (e.g. Peel 1975, 1991, Horný 1989, Horný and Iordan 1994, Waldman 1992) that different epibenthic genera of bellerophonaceans with explanate shells in maturity were adapted to life on the surface of soft substratum. Different or modified opinions were expressed by Linsley (1978, in *Ptomatis*) and Peel 1993 (in *Carinaropsis*). Immature shells of *Grandostoma bohemicum* had tangential, non-explanate apertural margin.

As the mature and immature specimens of *Grandostoma bohemicum* often appear together in taphocoenoses, and the shells are usually not damaged by transport, it is probable that populations of differently aged animals lived together. It is suspected, therefore, that the origin of an explanate aperture may have been connected with sexual maturity. The silty and clayey bottom of the Berounian sea really offered varied conditions during the deposition of the Zahořany and Bohdalec Formations. *Grandostoma bohemicum* can be restored as an epibenthic bellerophonoid gastropod living on firm but penetrable deposit, inhabited by a rich fauna of small bivalves and an abundant semiinfaunal tergomyan *Sinuitopsis neglecta* Perner, 1903 (Horný 1991b). Rather flat shell and almost circular outline of aperture with a greater width than length may indicate reduced mobility (see discussion concerning *Ptomatis* in Linsley 1978, who suggested life on a firm clayey or silty substrate, possibly as a sluggish grazer or deposit feeder in rank 5

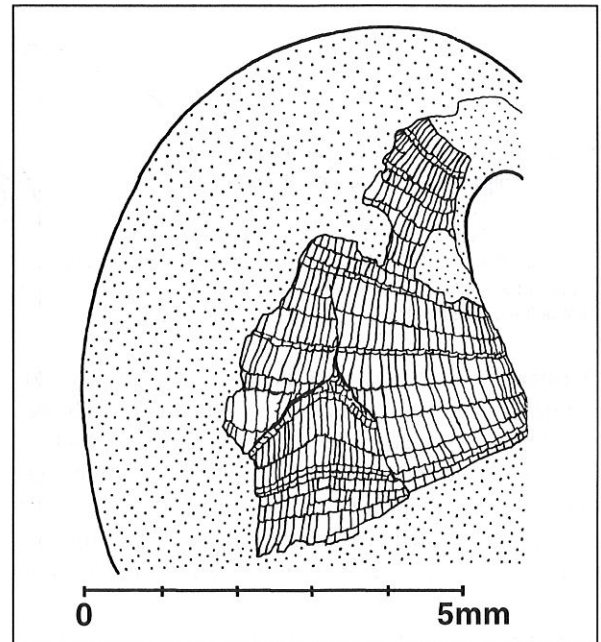


Fig. 3. *Grandostoma bohemicum* (Perner, 1903). Left lateral side of the specimen NM - L 31173 with partly preserved shell, showing a large shell repair with deviated growth structures, probably after a failed predation. Fine increments omitted. See Pl. II, fig. 7. Orig.

for speed in this genus). Simultaneous occurrence of the juvenile and adult specimens of *G. bohemicum* can be explained by different modes of protection: the juveniles protected themselves by withdrawal and the adults, probably inhabiting firmer and more exposed substrata, protected themselves by clamping.

Shells of *Grandostoma bohemicum* are often associated with mostly undamaged shells of "*Bucanopsis calypso*", which highlights certain palaeoecological problems. The shell morphology of this species with heavy parietal deposits and with an internal carina indicates higher energy conditions, similar as in the genus *Carinaropsis*. According to Peel (1993), the plate-like inductural extension (septum), the median carina, and the reduced coiling in *Carinaropsis* allowed the most powerful exploitation of the retractor muscle complexes for effective clamping in high-energy conditions. In "*Bucanopsis calypso*", however, the plate-like parietal deposits are less intensively developed and the coiling of the spire is not reduced. "*B. calypso*" may have lived on more exposed parts of the silty to sandy elevations of the sea bottom, influenced by storm waves, and the shells (perhaps still with the animals) may have been transported to deeper parts of the basin.

Shell repair

Several specimens of *Grandostoma bohemicum* and "*Bucanopsis calypso*" have been found showing traces of injury, mostly at the anterolateral shell margin where the shell was thinnest. If compared with other contemporary gastropods and tergomyans, the percen-

tage of pathological specimens is incomparably high. This may be due to the shape of a flat, relatively large shell, probably easily transportable together with the animal during storms. The majority of injuries are, however, interpreted a result of failed predation.

In the specimen NM - L 31168, the right side of an initial part of the final whorl was probably repeatedly injured by breaking off the thin shell margin at the aperture. The breakage has a characteristic bow-shaped course and undoubtedly caused a change of direction of the radial sculpture elements (Pl. II, fig. 8). This type of injury also appears in shells of "*Bucanopsis*" *calypso*.

A larger injury can be seen in the juvenile specimen NM - L 31173 (Pl. II, fig. 7). A triangular part of the left shell margin was lost and the empty place has been gradually repaired with the shell matrix bearing differently shaped sculpture. This injury may be interpreted as failed predation (for similarly shaped injuries see Peel 1984).

Systematic position of *Grandostoma*

The Subfamily Grandostomatinae Horný, 1962, established within the Family Sinuitidae Dall in Zittel-Eastman, 1913 to contain sinuate bellerophontoideans with explanate aperture, included *Grandostoma* (Middle-Upper Ordovician), *Ptomatis* Clarke, 1899, and ? *Patellostium* Waagen, 1880 (both Middle Devonian). Accepting the systematic criteria adopted by Knight et al. 1960, Horný (1962) thus respected the presence or absence of the slit-selenizone complex as an important, suprageneric feature criterion. Nevertheless, he pointed out (p. 84) that future investigations may show an existence of transitions between sinus and slit in this group of bellerophontids (even during the ontogeny) and that the genus *Grandostoma* may be regarded artificial. Since being described in 1962, *Grandostoma* has been mentioned by several workers; Rollins 1966, Peel 1975, 1991, Rohr and Yochelson 1990, Wahlman 1992, and Horný and Jordan 1994. The genus has not been reported outside Bohemian massif as yet.

In 1975, Golikov and Starobogatov translated Grandostomatinae to the Family Grandostomatidae, within the Superfamily Bellerophontoidea McCoy, 1851. Waldman (1992) accepted the family level, again, under the Superfamily Bellerophontoidea.

In 1991, Peel re-investigated the genera *Bucania*, *Salpingostoma*, and *Megalomphala*, discussing their functional morphology and showing the problems concerning their systematic delimitation. Mentioning *Grandostoma*, he stated (p. 94) that "In form, *Salpingostoma megalostoma* ... resembles *Grandostoma*, from which it is distinguished by the absence in Horný's genus of a slit and subsequent selenizone." As far as the general shape of the anterior part of the aperture with slightly convex sides of sinus is

concerned, *Grandostoma bohemicum* particularly resembles immature specimens of *Bucania squamosa* (Lindström, 1884) as figured by Peel 1991 (Fig. 9, p. 83).

Following the results of the Peel's study of the salpingostomatiform and related bellerophontoidean gastropods (1991), it seems appropriate to abandon the Subfamily Grandostomatinae (and, logically, the Family Grandostomatidae) and to accommodate *Grandostoma* in the Subfamily Bucaniinae within the Family Bellerophontidae. Another reason is our better present knowledge of the Family Sinuitidae possessing characteristic features, absent in the bucaniina bellerophonts (more or less globose, tightly coiled shell, usually protruding shield-like lateral lobes, in *Sinuites* secondary shell deposits and probably semiinfaunal or infaunal, perhaps predatory mode of life in many species (see Peel 1980, 1984, 1991, Horný 1992, 1996b).

Circumbilically positioned retractor muscle scars in *Grandostoma* correspond with placement of the musculature in *Salpingostoma* Roemer, 1876 and *Megalomphala* Ulrich in Ulrich et Scofield, 1897, described by Peel in 1972 and 1976. *Tremanotus* Hall, 1865, a representative of a closely related subfamily Tremanotinae Peel, 1972, possesses similar structures. While in all three genera only spiral traces associated with shell musculature have been ascertained, even the adapertural, tear-like, functional part of the muscle attachment is present in *Grandostoma*.

Pedal muscle insertions of ? *Bucania*, described in two specimens of ? *Bucania christianaie* (Koken, 1925) including the lectotype by Runnegar 1981, are, however, rather difficult to explain. The reproduction of photographs may be not clear enough (p. 312, fig. 1, A-E), but the short elevation located transversely on the circumbilical shoulder is not comparable with the morphology of any of the retractor muscle attachment areas in the genera of the Family Bellerophontidae (Peel 1972, 1976, 1982, 1986, 1991, 1993, Horný 1995, 1996b). Nevertheless, their position in the circumbilical position confirms that the taxon does not show a tergomyan morphology.

The gross shell morphology of *Grandostoma*, especially *G. bohemicum*, also resembles that of "*Bucanopsis*" *calypso*. This species, however, possesses a short slit generating a selenizone, and an extension of parietal deposits developing the clamping effect of the animal. This extension is even more developed in *Carinaropsis*, where it is combined with a reduction of coiling of the spire (see Peel 1993 who explained the functional morphology of this genus).

Acknowledgements. I wish to thank to John S. Peel (Uppsala University) and Rudolf J. Prokop (National Museum, Prague) for reviewing the manuscript. The research has been supported by the Grant Agency of the Czech Republic, Grant No 205/94/0759.

Submitted October 20, 1996

References

- Bandel, K.* (1982): Morphologie und Bildung der frühontogenetischen Gehäuse bei conchiferen Mollusken. - *Facies*, 7, 1-198.
- Dzik, J.* (1981): Larval development, musculature, and relationships of Sinuitopsis and related Baltic bellerophonts. - *Norsk geol. Tidsskr.*, 61, 111-121. Oslo.
- Golikov, A. N. - Starobogatov, J. I.* (1975): Systematics of prosobranch gastropods. - *Malacologia*, 15, 185-232.
- Havlíček, V.* (1982): Ordovician in Bohemia: development of the Prague Basin and its benthic communities. - *Sbor. geol. Věd, Geol.*, 37, 103-136. Praha.
- (1992): Ordovik. In: *I. Chlupáč et al.* (1992): Paleozoikum Barrandienu (kambrium-devon). *Čes. geol. úst.*, 1-292. Praha.
- Horný, R. J.* (1962): New genera of Lower Paleozoic Bellerophontina. - *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 37, 463-466. Praha.
- (1963a): Lower Paleozoic Bellerophontina (Gastropoda) of Bohemia. - *Sbor. geol. Věd, Paleont.*, 2, 57-164. Praha.
- (1963b): On the systematic position of the cyrtoneiloids (Mollusca). - *Čas. Nár. Muz., Odd. přírodověd.*, 132, 90-91. Praha.
- (1965a): On the systematic position of Cyrtolites Conrad, 1838 (Mollusca). - *Čas. Nár. Muz., Odd. přírodověd.*, 134, 8-10. Praha.
- (1965b): Cyrtolites Conrad, 1838 and its position among the Monoplacophora (Mollusca). - *Acta Mus. nat. Pragae, B, Hist. nat.*, 21, 57-70. Praha.
- (1989): Bellerophacmaea gen. n. (Mollusca) and Palaeophacmaea Donaldson, 1962 (Coelenterata), an example of homeomorphy in invertebrate palaeozoology. - *Čas. Nár. Muz. Praha, Ř. přírodověd.*, 154, 119-124. Praha.
- (1990): Muscle scars in Sinuites (Strangulites) from the Ordovician of Bohemia. - *Čas. Nár. Muz. Praha, Ř. přírodověd.*, 155, 109-118. Praha.
- (1991a): Additional information about the muscle scars of Sinuites (Strangulites) (Mollusca). - *Čas. Nár. Muz. Praha, Ř. přírodověd.*, 156, 46-48. Praha.
- (1991b): Shell morphology and muscle scars of Sinuitopsis neglecta Perner (Mollusca, Monoplacophora). - *Čas. Nár. Muz. Praha, Ř. přírodověd.*, 157, 81-105. Praha.
- (1992): Muscle scars in Sinuites (Mollusca, Gastropoda) from the Lower Ordovician of Bohemia. - *Čas. Nár. Muz. Praha, Ř. přírodověd.*, 158, 79-100. Praha.
- (1993): Retractor muscle scars in the Bohemian Silurian bellerophontacean gastropods Bellerophon and Bubovicus; a comparison with the muscle scar patterns in the sinuitids and the cyrtoneilid tergomyans. - *Paläont. Ges.*, 63. Jahrestagung, Abstr.: 13, 14. Praha.
- (1994): Shell morphology and ontogeny of the Lower Devonian murchisoniacean gastropod Branzovya maturoglabra. - *Čas. Nár. Muz., Ř. přírodověd.*, 163, 81-87. Praha.
- (1995): Muscle attachment areas in the Silurian bellerophontacean gastropods Bellerophon scaber (Perner) and Bubovicus tardus (Barrande in Perner). - *Acta Mus. nat. Pragae, Ser. B, Hist. nat.*, 50, 13-24. Praha.
- (1996a): Retractor muscle scars in Gamadiscus (Mollusca, Tergomya). - *Věst. Čes. geol. Úst.*, 71, 243-247. Praha.
- (1996b): A further specimen of Bellerophon scaber (Perner) (Gastropoda) with preserved retractor muscle scars (Silurian, Bohemia). - *Čas. Nár. Muz. Praha, Ř. přírodověd.*, 165, 85-90. Praha.
- Horný, R. J. - Jordan, M.* (1994): Silurian and Devonian Gastropoda of Romania. - *Čas. Nár. Muz., Ř. přírodověd.*, 162, 71-85. Praha.
- Horný, R. J. - Peel, J. S.* (1996): Carcassonnella, a new Lower Ordovician bellerophontiform mollusc with dorsally located retractor muscle attachments (Class Tergomya). - *Věst. Čes. geol. Úst.* 71, 305-331. Praha.
- Horný, R. J. - Vizcaino, D.* (1995): Thoralispira, a new Lower Ordovician cyrtoneilid genus (Mollusca, Tergomya) from the Montagne Noire, southern France. - *Věst. Čes. geol. Úst.*, 70, 25-41. Praha.
- Knight, J. B.* (1947): Bellerophon muscle scars. - *J. Paleont.*, 21, 264-267.
- Knight, J. B. - Cox, L. R. - Keen, A. M. - Batten, R. L. - Yochelson, E. L. - Robertson, R.* (1960): Systematic descriptions (Archaeogastropoda). In: *R. C. Moore* (ed.): *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part I (Mollusca 1)*, 1169-1310. - Geol. Soc. Amer. and Univ. Kansas Press, Lawrence.
- Linsley, R. M.* (1978): Locomotion rates and shell form in the Gastropoda. - *Malacologia*, 17, 193-206.
- Peel, J. S.* (1972): Observations on some Lower Palaeozoic trematiform Bellerophontacea (Gastropoda) from North America. - *Palaeontology*, 15, 412-422. London.
- (1975): Anapetopsis, a new Late Silurian gastropod from Nova Scotia. - *Can. J. Earth Sci.*, 12, 509-513. Ottawa.
- (1976): Musculature and systematic position of Megalomphala taenia (Bellerophontacea, Gastropoda) from the Silurian of Gotland. - *Bull. geol. Soc. Denmark*, 25, 49-55. Copenhagen.
- (1977): Systematics and palaeontology of the Silurian gastropods of the Arisaig Group, Nova Scotia. - *Biol. Skr. Dansk Videnskabs. Selsk.*, 21, 1-89. Copenhagen.
- (1980): A new Silurian retractile monoplacophoran and the origin of the gastropods. - *Proc. Geol. Ass.*, 91, 91-97. London.
- (1982): Muscle scars in Bellerophon recticostatus (Mollusca) from the Carboniferous of Ireland. - *J. Paleont.*, 56, 1307-1310. Lawrence.
- (1985): Autecology of Silurian gastropods and Monoplacophorans. - *Spec. Pap. Palaeontology*, 32, 165-182. London.
- (1986): Muscle scars in Porcellia (Gastropoda, Pleurotomariacea) from the Carboniferous of England. - *Bull. geol. Soc. Denmark*, 35, 53-58. Copenhagen.
- (1991): Salpingostomatiform and related bellerophontacean gastropods from Greenland and the Baltic region. - *Bull. grønlands geol. Unders.*, 161, 67-116. Copenhagen.
- (1993): Muscle scars and mode of life of Carinaropsis (Bellerophontoidea, Gastropoda) from the Silurian of Tennessee. - *J. Paleont.*, 67, 528-534. Lawrence.
- Perner, J.* (1903): Gastéropodes. In: *J. Barrande: Système Silurien du centre de la Bohême*, 4, 1, I-XI, 1-164. Prague.
- Rohr, D. M., - Yochelson, E. L.* (1990): An unusual new bellerophontacean gastropod from the Ordovician (Whiterockian) of Nevada. - *J. Paleont.*, 64, 956-960. Lawrence.
- Rollins, H. B.* (1966): Morphological observations on the bellerophon Ptomatis patulus (Hall) (Gastropoda, Bellerophontacea). - *Amer. Mus. nat. Hist., Novitates*, 2242, 1-7. New York.
- Rollins, H. B.* (1969): The taxonomic position of Cyrtoneilla mitella (Hall) (Mollusca, Monoplacophora). - *J. Paleont.*, 43, 136-140. Lawrence.
- Rollins, H. B. - Batten, R. L.* (1968): A sinus-bearing monoplacophoran and its role in the classification of primitive molluscs. - *Palaeontology*, 11, 132-140. London.
- Rollins, H. B. - Eldredge, N. - Spiller, J.* (1971): Gastropoda and Monoplacophora of the Solsville Member (Middle Devonian, Marcellus Formation) in the Chenango Valley, New York State. - *Am. Mus. nat. Hist. Bull.*, 144(2), 133-170. New York.
- Runnegar, B.* (1981): Muscle scars, shell form and torsion in Cambrian and Ordovician univalved molluscs. - *Lethaia*, 14, 311-322. Oslo.
- Wahlman, G. P.* (1992): Middle and Upper Ordovician symmetrical univalved mollusks (Monoplacophora and Bellerophontina) of the Cincinnati arch region. - *U. S. geol. Surv. prof. Pap.*, 1166-O, O1-O213. Washington.
- Wenz, W.* (1940): Ursprung und frühe Stammesgeschichte der Gastropoden. - *Arch. Molluskenk.*, 72, 1-10. Berlin.
- Yochelson, E. L.* (1982): Mollusques Monoplacophores and Gastropodes. In: *C. Babin et al.: Brachiopodes (Articulés) et Mollusques (Bivalves, Rostroconches, Monoplacophores, Gastropodes) de l'Ordovicien inférieur (Tremadocien-Arenigien) de la Montagne Noire (France méridionale)*. - *Mém. Soc. Étud. Sci. Aude*, 51-59. Carcassonne.
- (1984): Historic and current considerations for revision of Paleozoic gastropod classification. - *J. Paleont.*, 58, 259-269. Lawrence.

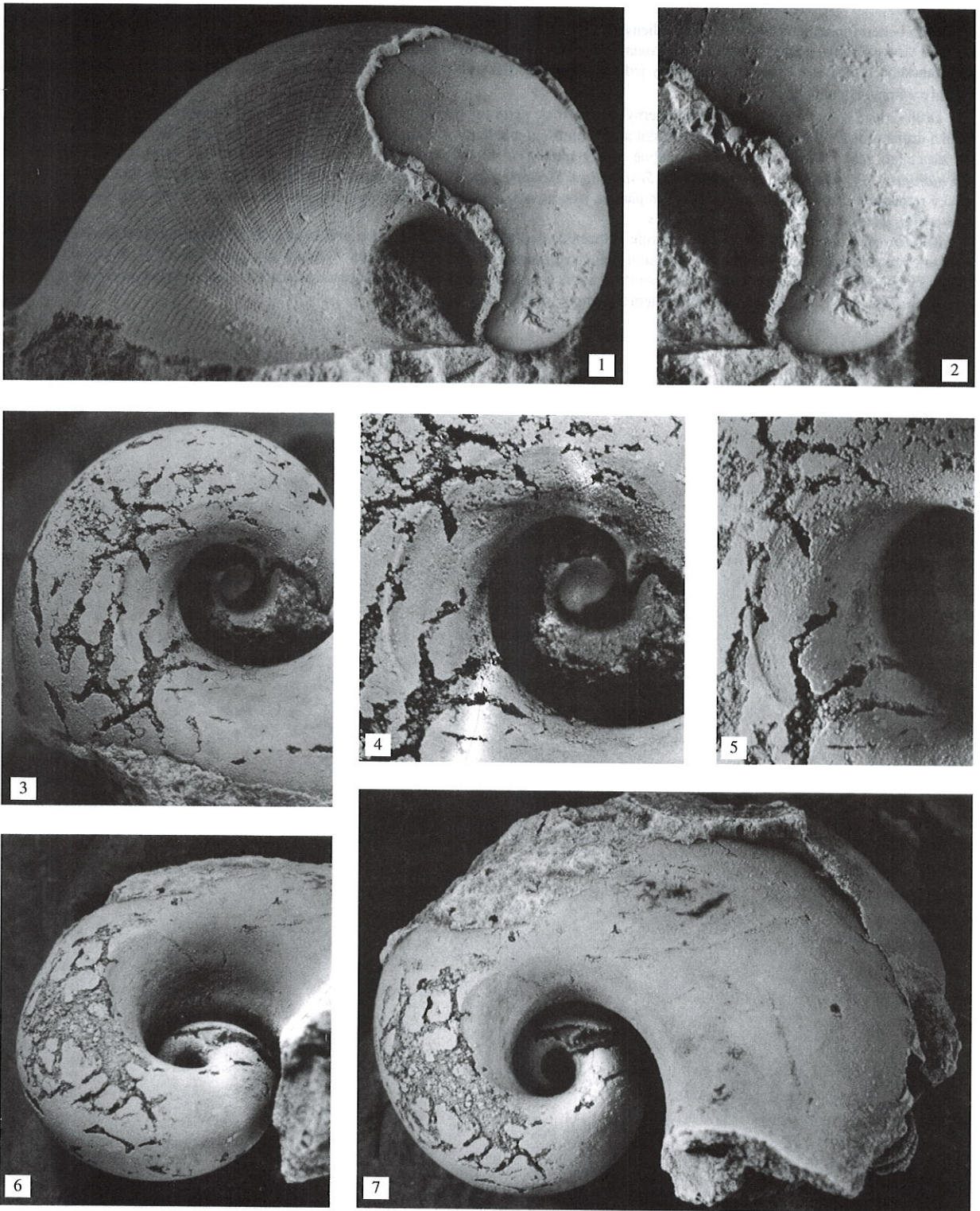
***Grandostoma*: další bellerofontiformní měkkýš s cirkumbilikálními vtisky retraktorů (Gastropoda, Bellerophontoidea)**

Při revizi bellerofontidních měkkýšů z barrandienského ordoviku (v rámci grantu 205/94/0759, Český ordovik) byly objeveny cirkumbilikální svalové vtisky u dvou jedinců druhu *Grandostoma bohemicum* (Perner, 1903). Nejlépe zachovaný vtisk je u jedince nalezeného v konkreci ze zahořanského souvrství z Prahy-Michle, druhý jedinec se zbytky vtisku pochází z karlického obzoru (báze bohdaleckého souvrství) z bývalé cihelny v Praze-Hloubětíně.

Druh *Grandostoma bohemicum* měl souměrný párový vtisk v cirkumbilikální oblasti, v hlavních rysech shodný s vtiskem popsáním u několika druhů rodu *Bellerophon*. Tento tvar vtisku a jeho umístění u bellerofontiformních měkkýšů jsou v současné době považovány za jedny ze zásadních znaků třídy Gastropoda. Podobné vtisky retraktorů již byly nalezeny, kromě rodu *Bellerophon*, např. u rodů *Bubovicus*, *Carinaropsis*, *Megalomphala*, *Salpingostoma*, *Strangulites*, *Sylvestrosphaera*, *Tremanotus*. Bellerofontiformní měkkýši s dorzálně umístěnými vtisky retraktorů, často v několika souměrných párech, jsou považováni za příslušníky třídy Tergomya; sem patří např. rody *Carcassonnella*, *Cyrtonella*, *Cyrtolites*, *Gamadiscus*, *Sinuitopsis*.

Rod *Grandostoma* s análním sinem v apertuře je řazen do podčeledi Bucaniinae, jež je, mimo jiné, charakterizována rozšířeným ústím ulity. Tito epibentičtí plži měli mimořádně vyvinutou schopnost přitisknout obústí k podkladu v případě nebezpečí. Druhy *G. bohemicum* a morfologicky podobný "*Bucanopsis calypso*" žily poměrně hojně v mělkém prostředí sedimentace zahořanského a bohdaleckého souvrství, jež bylo charakteristické pro dnešní oblast mezi Berounem a Prahou, včetně území velké Prahy.

R. J. Horný: *Grandostoma*: an additional bellerophontiform mollusc with circumbilical retractor muscle attachment areas (Gastropoda, Bellerophontoidea) (Pl. I)



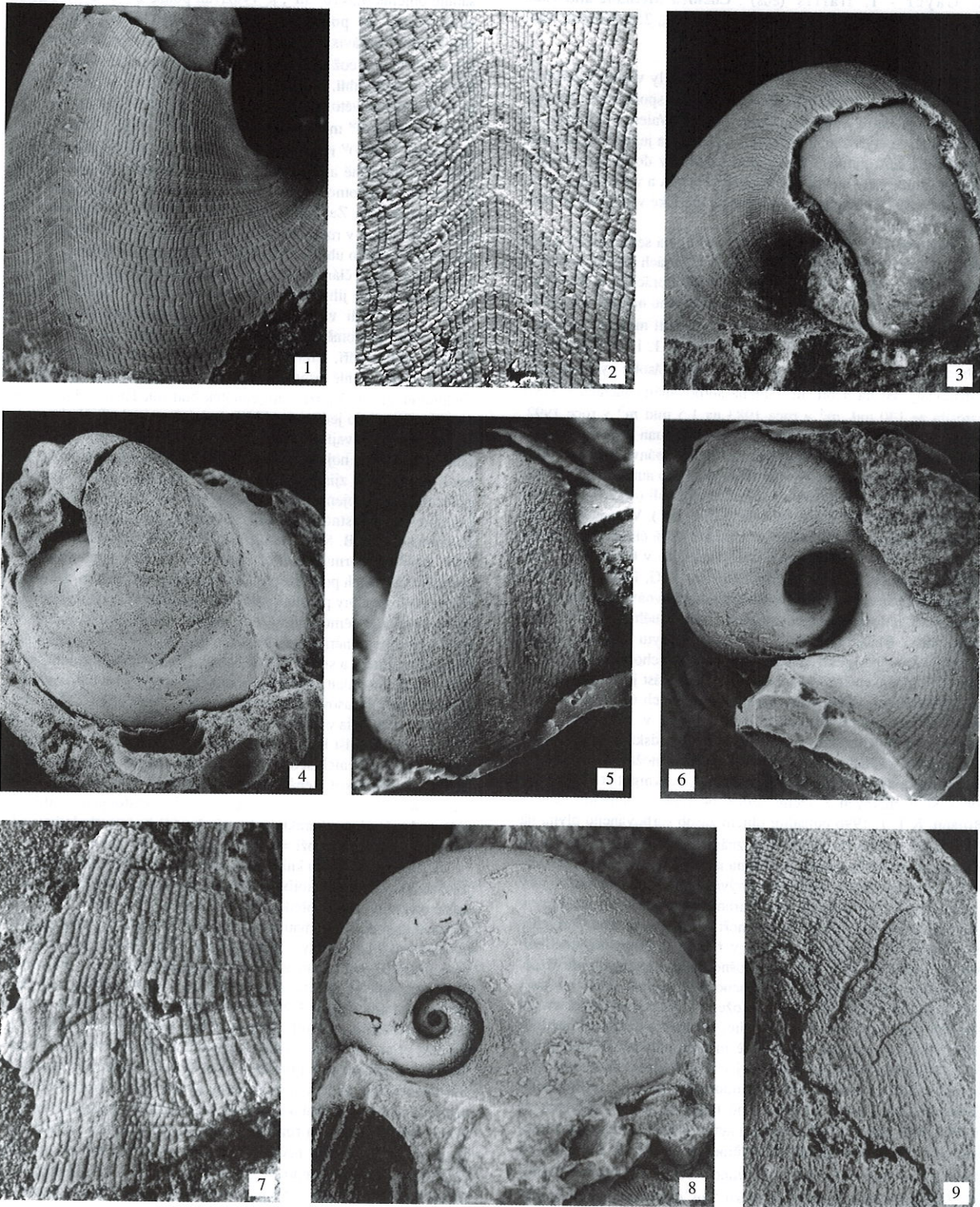
Grandostoma bohemicum (Perner, 1903)

1, 2 - specimen L 31170, Bohdalec Fm., Praha-Hloubětín. 1 - left side with partly exposed internal mould, x5.5; 2 - enlarged part of the mould showing a weak ridge bordering the retractor muscle attachment area, and the at least two parallel spiral structures within the area, x6.

3-7 - specimen L 31167, Zahořany Fm., Praha-Michle. 3-5 - left side in various lightening to show the left attachment area with periodical swellings (3 - x9; 4 - x14) and fine spiral striae (5 - x14); 6, 7 - right side with a wide retractor muscle attachment area, x7; 6 - oblique lateral view to show the morphology of the umbilical wall; 7 - lateral view.

Specimens on both plates coated with ammonium chloride.

R. J. Horný: *Grandostoma*: an additional bellerophontiform mollusc with circumbilical retractor muscle attachment areas (Gastropoda, Bellerophontoidea) (Pl. II)



Grandostoma bohemicum (Perner, 1903)

- 1-3 - specimen L 31170 (see Pl. I, figs 1, 2). 1 - right anterior dorso-lateral view showing the development of the outer shell sculpture, x4; 2 - dorsal emargination, x10; 3 - left posterior dorsolateral view showing the varied thickness of the shell, thickest latero-umbilically, x4.
 4 - holotype NM L 5652, Zahořany Fm., Praha-Štěrboholý. Internal mould of a fully adult specimen, oblique anterior dorsolateral view, x1.8.
 5, 6 - specimen L 31167 (see Pl. I, figs 3-7), latex impression. 5 - anterior view with anal emargination and slightly sunken mediodorsal "zone", x6; 6 - oblique right lateral view showing typical outer shell sculpture, x4;
 7 - specimen L 31173, Bohdalec Fm., Praha-Hloubětín. Left side of an immature specimen with a large shell repair with deviated growth structures, probably after a failed predation, x14;
 8, 9 - immature specimen L 31168, Zahořany Fm., Praha-Michle. 8 - left side of an internal mould with a regularly coiled shell, x4; 9 - latex impression with a repeated injury of the shell margin, x10.

RECENZE

R. Gayer - I. Harris (eds): **Coalbed Methane and Coal Geology.** - Geol. Soc. Spec. Publ. 109, 344 str., 255 obrázků, fotografií a tabulek. London 1996.

Ve Sborníku je shrnuto 24 příspěvků, které byly vesměs prezentovány v září 1994 na mezinárodní konferenci, uspořádané pracovníky Dept. of Earth Sciences, University of Wales v Cardiffu. Je potěšitelné, že čtyři z nich připravili, nebo se na jejich napsání spolupodíleli i čeští autoři. Články jsou rozděleny do tří tematických okruhů: sorbovaný metan a jeho zásoby v USA a v Evropě, uhlí jako zdroj a zásobárna metanu a uhelňé geologické výzkumy ve vztahu k sorbovanému metanu.

Nepochybně nejdůležitější je první skupina sedmi prací. Lze z nich mj. získat řadu cenných informací o zásobách a těžbě metanu a o těžbě uhlí v USA a v Evropě. Sborník uvádí práci D. K. Murraye, který odhaduje světové zásoby metanu vázaného na uhelné sloje na 85-340 bil. m³. Jejich osvojení závisí na využití moderní technologie vyvinuté v posledních 20 letech v USA. K 1. 1. 1993 činily zásoby metanu v USA 7,8-18,4 bil. m³, z toho zásoby výtěžitelné se odhadovaly asi na 4 bil. m³. Těžba sorbovaného metanu v USA vzrostla ze 130 mil. m³ v roce 1983 na 1,5 mld m³ v roce 1992. Většina z této produkce pochází z pánve San Juan (Nové Mexico a Colorado), asi 17 % metanu bylo výtěženo v pánvi Black Warrior (Alabama). Světové zásoby uhlí odhaduje tento autor na 9,7-30 bil. tun, z toho 90 % z nich leží na severní polokouli (40,2 % na území býv. SSSR, 30,8 % v USA, 16,4 % v Číně, atd.). V roce 1990 bylo výtěženo celkem 4,7 mld t uhlí, z toho asi 70 % činila těžba černého uhlí (73 % z této hmotnosti bylo vydobyto v Číně, USA, býv. SSSR, Německu, Polsku a Velké Británii). T. G. Fails hodnotí pět evropských pánví předhlubňového typu a přirovnává jejich karbonskou výplň, uhlonosnost a odhad zásob sorbovaného metanu k americké pánvi Black Warrior. Z hlediska výskytu ložisek metanu považuje za nejperspektivnější netěženou (tj. východní) část ruhrské pánve a západní (taktéž dosud nedobyvanou) část jihowaleské pánve. Spekulativní, vzhledem k absenci potřebných údajů a intenzivnímu tektonickému postižení, jsou odhady v nedaleké pánvi bristolsko-sommerské, zatímco pánve oxfordská a kentská jsou považovány za málo perspektivní z hlediska možnosti objevu významnějších zásob sorbovaného metanu. J. L. Knight et al. popisují vývoj slojí známých z území šelfového moře lemujícího Velkou Británií. K 1. 1. 1996 odhadují objem zásob sorbovaného plynu na 2,8 bil. m³, z toho víc než 50 % je známo z j. části Severního moře. Asi polovina zásob metanu je vázána na westphalské sloje (jde převážně o suchý plyn), větší část zbyvajících zásob pochází z jury (vlhký plyn). Nejmocnější sloje karbonového stáří byly ověřeny v pánvi Eubonia ve východoirském moři, j. od ostrova Man. Vznikaly na přímořské akumulaci plošině v říčním a deltovém prostředí. Mezozoické sloje jsou známy z plošně méně rozsáhlých převážně, tektonicky omezených pánví. Mocností se přilíší neliší od slojí westphalského stáří. Vrty byly doloženy zejména na území sv. od Skotska a při v. okraji střední Anglie. Křídové a třetihorní hnědouhelné sloje se vyskytují v poměrně malých pánvích. Křídová uhlí byla ověřena na šelfu j. od Anglie a j. a z. od Walesu. Třetihorní (spíše paleocenní až eocenní než oligomiocenní) nevelké výskyt hnědého uhlí jsou známy ze Severního moře sv. a s. od Skotska. V dalších dvou pracích hodnotí jejich autoři zásoby sorbovaného metanu na území býv. západního Německa. Podle D. Jucha je na 454x10⁹ m³ zásob černého uhlí vázáno 1-10 m³/t sorbovaného plynu. Zatímco v ruhrské pánvi je to asi 5 m³/t, v sárské pánvi se odhaduje až 7 m³ plynu na tunu uhlí. Naproti tomu U. Freudenberg et al. odmítají takové ryze mechanické ocenění zásob a zdůrazňují, že objem zásob sorbovaného plynu nezávisí pouze na uhelně petrologické stavbě a geochemickém charakteru slojí, ale že při jejich prognózním ocenění je nutné použít multidisciplinární přístup a vzít v úvahu i stratigrafii, tektoniku a hydrogeologii hodnocené pánve. Tito autoři odhadují obsahy sorbovaného plynu v uhelných slojích ruhrské pánve na 0-15 m³/t uhlí. Řadu nových údajů o některých velmi významných ruských a ukrajinských pánvích najdeme v práci J. S. Marshalla et al. V tomto příspěvku je hodnocena uhlonos-

nost, zásoby a těžba uhlí a objem z něho uvolňovaného plynu v dolečké, Iovovsko-volyňské a kuzněčké pánvi. Ten, ačkoliv ročně dosahuje objemu 4,5x10⁹ m³, je využíván pouze z 3,9 % (!). Přitom jeho zásoby se pohybují mezi 0,6-1,1x10¹² m³. Na území Společenství nezávislých států (SNS) se ročně vypouští do ovzduší 7,2-8,9x10⁹ m³, což je asi 20 % emisí metanu uvolňovaného z celosvětové těžby uhlí. Je třeba si uvědomit, že SNS je po USA druhým největším světovým těžářem plynu. V roce 1993 ho zde bylo výtěženo 761x10⁹ m³, z toho v Rusku 640x10⁹ m³. Ročně je exportováno 101x10⁹ m³ plynu, což představuje 40 % příjmu těchto států v tvrdé měně a přibližně 25 % jeho spotřeby v celé Evropě. Pokud jde o hmotnost vydobytoho uhlí, ta ve většině států SNS dlouhodobě klesá. Zatímco v roce 1988 se jen v ruských pánvích výtěžilo 274x10⁶ t, v roce 1993 to bylo pouze 198x10⁶ t. Těžba ukrajinského i ruského uhlí je stále významně dotována státem.

Druhý okruh článků je nejpocetnější. Tři z těchto prací se dotýkají problematiky jihowaleské černouhelné pánve (JWP). R. Gayer et al. se zabývali valouny a velkými deskovitými úlomky uhlí (rafts), které se poměrně hojně vyskytují v j. a jv. části této pánve. Studium jejich stáří, odráznosti a měřením orientace puklin dokládají mj. velmi rychlé prouhelňování westphalských slojí a jejich následnou erozi a redepozici do jednotek buď mladších, nebo (což je častější případ) do jednotek přibližně stejně starých. T. Hathaway a R. Gayer pojednávají o tektonice sz. části JWP a na řadě příkladů z odklízů dokládají hojně porušené slojí přesmyky až plochými násunými. I. Harris et al. zjistili, že jihowaleské antracity nejsou vhodným potenciálním zdrojem sorbovaného plynu vzhledem k jejich nízké puklinové propustnosti. Velmi zajímavé jsou příspěvky C. I. Pattisona et al. a B. S. M. Faraje et al. Oba se týkají puklin (listricových ploch) v permské uhlí bowenské pánve v Queenslandu v Austrálii. Je v nich popsána povaha, geneze a stáří puklin. Jsou rozlišeny čtyři systémy puklin, je pojmenován hlavní systém (face cleats) a systém k němu kolmý (butt cleat). Autoři zjistili rozdíl mezi stáří i povaze mineralizace. Zatímco face cleats jsou vyplňovány především illitem a směsí illitu a chloritu, butt cleats obsahují zpravidla kalcit, Fe-kalcit, ankerit a siderit. K/Ar metodou bylo ověřeno rozdílné stáří (triasové) mineralizace face cleats (244-212±3 mil. let), která probíhala v hloubce do 1000 m a při teplotách 70-80, resp. 170-100 °C. Mladší karbonátová mineralizace spadá již do období vynořování pánvenních sedimentů v juře až střední křídě při teplotě asi 80 °C. Pozornost čtenářů si vedle ostatních prací zaslouží i studie A. Kožušníkové, která dokládá rozdílné zastoupení vodíku v uhlí v závislosti na charakteru (propustnosti) bezprostředního nadloží slojí (porézni nadloží = snížený podíl H a naopak).

V posledním oddílu knihy je shromážděno deset prací, které mají vztah k problematice sorbovaného metanu spíše volný. Považují za nutné upozornit z nich především na příspěvek E. Lestera, v němž je popsána metodika automatizované macerátové analýzy uhlí vyvinutá pracovníky Univerzity v Nottinghamu. Další články jsou věnovány nejrůznější problematice několika evropských pánví. I. Sýkorová et al. prezentovali uhelňé petrografickou a spektroskopickou charakteristiku uhlí ČR. G. J. Nowak se zamýšlí nad prostředním vzniku slojí žacléřského souslojí v polské části vnitrosudetské pánve. J. Barraza et al. dokládají rozdíl zastoupení vybraných prvků v závislosti na velikosti zrna drcené frakce uhlí. I. Kostova et al. popisují mineralogii, geochemii a obsahy pyritu v subbituminální uhlí pernické pánve v Bulharsku. Autoři pozorovali čtyři stadia mineralizace uhlí této pánve a rozlišili i několik druhů pyritu. Zjistili zastoupení 37 stopových prvků ve slojích, z nichž stojí za zmínku především vysoká koncentrace Co, Ni, Cu, Zn, Pb a As. Geologii tureckých eocenních pánví Sorgun a Suluova, chemickou a petrologickou charakteristiku jejich subbituminálních uhlí podávají A. I. Karayigit et al.

Sborník přináší obrovské množství nových údajů, z nichž je v této recenzi zdůrazněna pouze malá část. Doporučuji ho k pečlivému prostudování všem uhelným geologům a petrologům, protože v něm mohou najít mj. i inspiraci pro svou další práci. Je připraven s pečlivostí, která je v této řadě publikací, vydávaných britskou Geologickou společností, již tradiční. Kdo si sborník objednal včas, zaplatil za něj pouhých 20 liber včetně poštovného. Jinak stojí 69 liber.

Jiří Pešek