



MAŁŻE Z OSADÓW ŚRODKOWEGO MIOCENU ZAPADLIKA PRZEDKARPACKIEGO: OTWORY WIERTNICZE BUSKO (MŁYNY) PIG-1 I KAZIMIERZA WIELKA (DONOSY) PIG-1 – STRATYGRAFIA I TAKSONOMIA

MIDDLE MIOCENE BIVALVES FROM THE CARPATHIAN FOREDEEP BASIN: THE BUSKO (MŁYNY) PIG-1 AND KAZIMIERZA WIELKA (DONOSY) PIG-1 BOREHOLES – STRATIGRAPHY AND TAXONOMY

BARBARA STUDENCKA¹

Abstrakt. Do badań faunistycznych wykorzystano próbki utworów pobrane z rdzeni z otworów wiertniczych wykonanych w 2010 r. w zachodniej części zapadliska przedkarpackiego. W tej części zapadliska, gdzie miąższość osadów zalegających powyżej utworów gipsowych nie przekracza 200 m, przeważają osady drobnoziamiste, mułowce i iłowce należące do formacji z Machowa. Przeanalizowano 56 próbek: 32 próbki z rdzenia z otworu Busko (Młyny) PIG-1² o długości 200 m oraz 24 próbki z rdzenia z otworu Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1 o długości 191 m. Zidentyfikowano 12 gatunków małżów: *Nucula* (*Nucula*) *nucleus* (Linnaeus, 1758), *Lentipecten corneus denudatus* (Reuss, 1867), *Delectopecten vitreus* (Gmelin, 1791), *Inaequicostata* cf. *politioanei* (Jekelius, 1944), *Obsoletiforma vindobonensis* (Laskarew, 1903), *Plicatiforma pseudoplicata* (Friedberg, 1934), *Ervilia podolica* (Eichwald, 1830), *Ervilia trigonula* Sokolov, 1899, *Abra* (*Syndosmya*) *reflexa* (Eichwald, 1830), *Macoma* (*Psammacoma*) *elliptica* (Brocchi, 1814), *Corbula* (*Varicorbula*) cf. *gibba* (Olivi, 1792) i *Cuspidaria rostrata* (Spengler, 1793). W artykule podano zasięgi stratygraficzne znalezionych gatunków i opisy rzadkich bądź ważnych stratygraficznie gatunków.

Wyznaczona na podstawie zespołów małżowych granica baden/ sarmat przebiega w utworach z głębokości 109,10–127,70 m w otworze wiertniczym Busko (Młyny) PIG-1 i 150,80–162,80 m w otworze wiertniczym Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1. Gatunkiem umożliwiającym datowanie spągowej części formacji z Machowa na późny baden jest przegrzebek *Delectopecten vitreus* (Gmelin, 1791), podczas gdy znaleziska *Abra* (*Syndosmya*) *reflexa* (Eichwald, 1830) pozwalają określić wiek stropowej części tej formacji na wczesny sarmat.

Słowa kluczowe: stratygrafia, taksonomia, małże, przegrzebki, granica baden/ sarmat, formacja z Machowa, Paratetyda, zapadlisko przedkarpackie.

Abstract. The study is based on the fossil material derived from cores drilled in 2010 in the western part of the Carpathian Foredeep Basin. The deposits overlying the gypsum level, represented mainly by mudstones and clays of the Machów Fm., are less than 200 m thick in this part of the Carpathian Foredeep. In total, 56 samples were investigated: 32 samples from the Busko (Młyny) PIG-1 drilling core 200 m long; and 24 samples from the Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1 drilling core, 191 m long. Twelve bivalve species have been identified, namely: *Nucula* (*Nucula*) *nucleus* (Linnaeus, 1758), *Lentipecten corneus denudatus* (Reuss, 1867), *Delectopecten vitreus* (Gmelin, 1791), *Inaequicostata* cf. *politioanei* (Jekelius, 1944), *Obsoletiforma vindobonensis* (Laskarew, 1903), *Plicatiforma pseudoplicata* (Friedberg, 1934), *Ervilia podolica* (Eichwald, 1830), *Ervilia trigonula* Sokolov, 1899, *Abra* (*Syndosmya*) *reflexa* (Eichwald, 1830), *Macoma* (*Psammacoma*) *elliptica* (Brocchi, 1814), *Corbula* (*Varicorbula*) cf. *gibba* (Olivi, 1792) and *Cuspidaria rostrata* (Spengler, 1793). Stratigraphic ranges of bivalve species as well as descriptions of rare or stratigraphically important species have been presented.

The bivalves define the Badenian/ Sarmatian boundary within the depth range 109.10–127.70 m in the Busko (Młyny) PIG-1 borehole, and within the depth range 150.80–162.80 m in the Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1 borehole. Specifically, the scallop *Delectopecten vitreus* (Gmelin, 1791) defines the base of the Machów Fm. as the Late Badenian, while the species *Abra* (*Syndosmya*) *reflexa* (Eichwald, 1830) enables to specify the age of the uppermost part of the Machów Fm. as the Early Sarmatian.

Key words: stratigraphy, taxonomy, Bivalvia, scallops, Badenian/ Sarmatian boundary, Machów Fm., Paratethys, Polish Carpathian Foredeep Basin.

¹ Polska Akademia Nauk Muzeum Ziemi w Warszawie, al. Na Skarpie 20/26, 00-488 Warszawa; e-mail: bstudencka@go2.pl.

² Nazwy otworów wiertniczych podano zgodnie z dokumentacją.

WSTĘP

Teren badań znajduje się w zachodniej części zapadliska przedkarpacciego, które w miocenie było częścią rozległego wewnątrzkontynentalnego morza Paratetydy (fig. 1). Historia Paratetydy, trwająca od wczesnego oligocenu po pliocen (np. Rögl, 1998; Popov i in., 2004; Harzhauser, Piller, 2007), obejmuje kilka kryzysów faunistycznych, będących konsekwencją zmian środowiska, które nastąpiły w wyniku przerywania połączeń z oceanem światowym. Jednymi z ważniejszych były kryzysy na granicy baden/ sarmat w Paratetydzie Środkowej i na granicy konka/ sarmat w Paratetydzie Wschodniej.

W późnym badenie Paratetyda miała swobodne połączenie z obszarem śródziemnomorskim, znajdowało się ono w rejonie dzisiejszego Bosforu (zob. Popov i in., 2004). Jej wody charakteryzowały się normalnym zasoleniem. W tym czasie istniało również szerokie połączenie basenów przedkarpaccich z basenami wewnątrzkarpackimi. Z kolei połączenie między Paratetydą Środkową a Paratetydą Wschodnią było ograniczone do wąskich przesmyków w okolicach Dobruży. Na granicy badenu i sarmatu doszło do istotnej zmiany paleogeografii Paratetydy. Połączenie z obszarem śródziemnomorskim uległo niemal całkowitemu zamknięciu. Znacznie

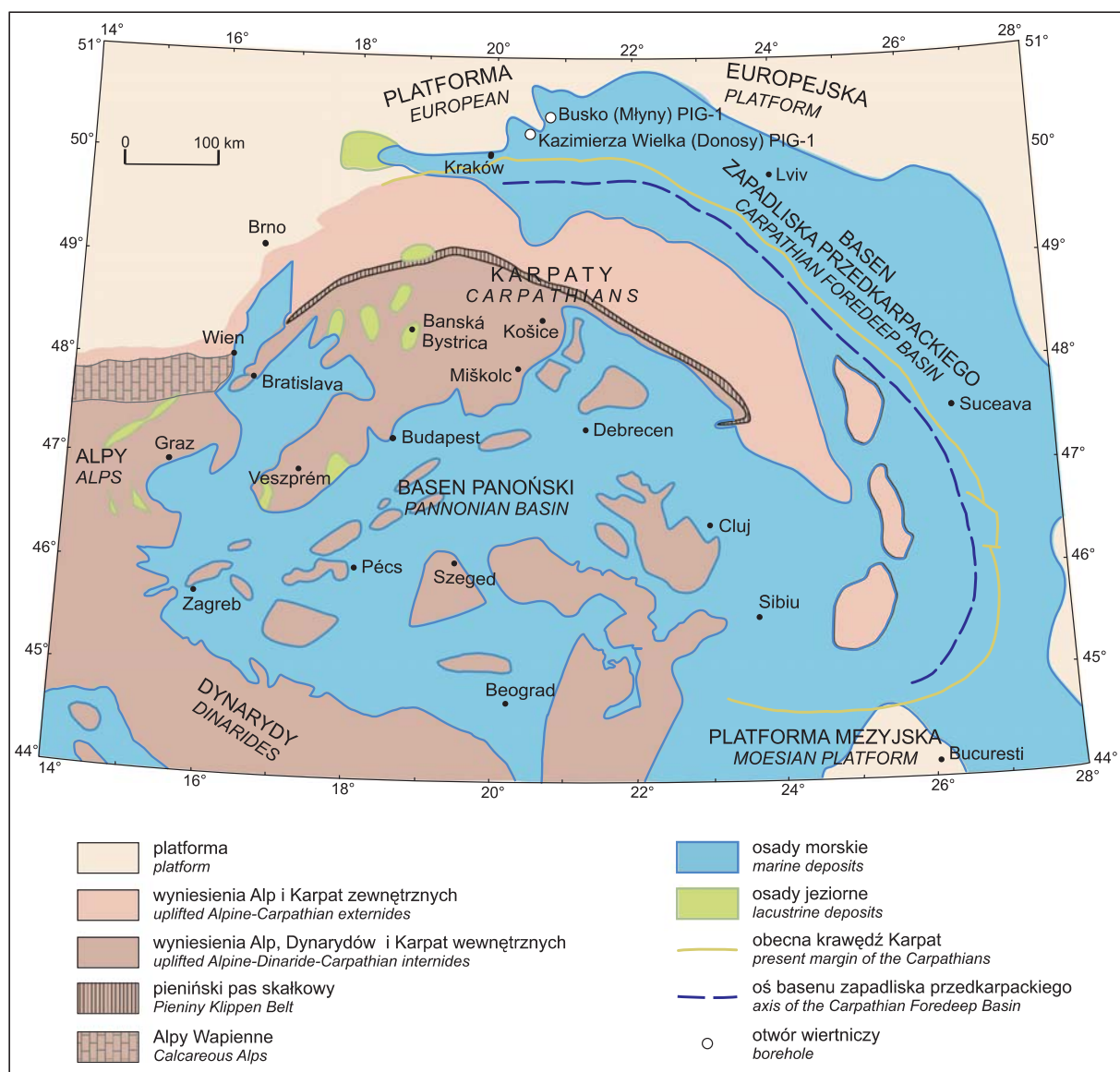


Fig. 1. Mapa paleogeograficzno-palinspastyczna Paratetydy Środkowej w późnym badenie (wczesny serrawal–konka) z zaznaczoną lokalizacją badawczych otworów wiertniczych Busko (Młyny) PIG-1 i Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1 według Kováča i in. (2007), zmieniona

Paleogeographical-palinspastic map of the Central Paratethys during the Late Badenian (early Serravallian–Konkian) with location of the Busko (Młyny) PIG-1 and Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1 boreholes, modified after Kováč *et al.* (2007)

zweżyło się połączenie między basenami wewnątrzkarpackimi i basenami przedkarpackimi. Te ostatnie uzyskały natomiast szerokie połączenie z Paratetydą Wschodnią i stały się jej integralną częścią (np. Studencka, 1999; Studencka, Jasionowski, 2011). Czasowe zamknięcie połączeń Paratetydy z obszarem śródziemnomorskim, a tym samym ograniczone mieszanie wód Paratetydy z wodami oceanu światowego oraz przewaga w bilansie hydrologicznym dopływu wód meteorycznych nad parowaniem, spowodowały zmniejszenie zasolenia Paratetydy, co doprowadziło do istotnego zubożenia zespołów faunistycznych (zob. Tóth i in., 2010; Górka i in., 2012). Wynikiem stresowych warunków środowiska było wyeliminowanie morskich organizmów stenohaliny. Jednocześnie, w związku z brakiem konkurencji, rozwijały się organizmy eurytopowe, znoszące duże wahania czynników środowiskowych, m.in. zasolenia. Rozwój ten wyrażał się w gwałtownym zwiększaniu liczebności, a niekiedy rozmiarów osobników.

Jak ogromne były zmiany w składzie zespołów małżowych, dowodzą wyniki analizy fauny z polskiej części zapadliska przedkarpackiego. W utworach piaszczystych i węglanowych górnego badenu rozpoznano dotychczas 183 gatunki należące do 61 rodzin (Krach, 1957, 1981; Kowalewski, 1966; Bałuk, 1970; Studencka, 1994; Studencka i in., 1998; Studencka, Jasionowski, 2011). Tylko 15 gatunków, występujących w zespołach późnobańskich jedynie podrzędnie, stwierdzono również w zespołach wczesnosarmackich. W osadach dolnego sarmatu polskiej części zapadliska przedkarpackiego znaleziono przedstawicieli 28 gatunków należących do 14 rodzin (Studencka, Studencki, 1980; Czapowski, Studencka, 1990; Studencka, Jasionowski, 2011). Więk-

szość z tych gatunków to formy endemiczne dla basenu Paratetydy, powstałe w późnym badenie (6 gatunków) albo we wczesnym sarmacie (13 gatunków). Fauna małżowa wczesnego sarmatu (wołynu) Paratetydy nie wykazuje żadnego podobieństwa do równoległej fauny środkowego sarmatu prowincji medyterańskiej. Na obszarze całej Paratetydy udokumentowano występowanie przedstawicieli 15 rodzin (Paramonowa, 1994; Nevejskaja i in., 2005; Studencka, Jasionowski, 2011). Najstarsze okazy gatunków małżów, których rozkwit nastąpił we wczesnym sarmacie lub które są formami wyjściowymi dla endemicznej fauny sarmatu, znaleziono w osadach dolnego badenu Paratetydy Środkowej (Studencka i in., 1998).

Celem pracy jest przedstawienie składu gatunkowego zespołów małżowych pochodzących z osadów strefy basenowej zachodniej części zapadliska przedkarpackiego. Uwagę skupiono szczególnie na taksonach znalezionych w utworach formacji z Machowa, w których przebiega granica baden/sarmat. W sychłowym badenie nastąpiła regresja, która doprowadziła do spłycenia zbiornika i lokalnych wynurzeń (Kováč i in., 2007; Tóth i in., 2010; Studencka, Jasionowski, 2011; Górka i in., 2012). Dlatego też w większości basenów Paratetydy Środkowej profil osadów górnego badenu jest niekompletny, a granica między utworami badenu i sarmatu ma charakter erozyjny (Kováč i in., 2007). Basen zapadliska przedkarpackiego jest natomiast jednym z niewielu obszarów Paratetydy Środkowej, gdzie w późnym badenie i we wczesnym sarmacie trwała nieprzerwana sedymentacja osadów silikoklastycznych; w jej wyniku powstały głównie margle, ilowce i mułowce (np. Ney i in., 1974; Czapowski, 1994; Gąsiewicz i in., 2004; Czapowski, Gąsiewicz, 2015).

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Badany materiał pochodzi z rdzeni z dwóch otworów wiertniczych – Busko (Młyny) PIG-1 i Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1 – wykonanych przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG-PIB) w latach 2009–2010 (fig. 2). Na podstawie wyników badań litologicznych utwory przewiercone w otworze Busko (Młyny) PIG-1 zaliczono do czterech formacji (od stropu profilu): dolnosarmackiej formacji z Chmielnika (głęb. 0,30–34,00 m), formacji z Machowa (34,00–157,50 m) datowanej na górny baden–dolny sarmat, środkowobańskie formacji z Krzyżanowic (157,50–188,00 m) i dolnobańskie formacji z Pińczowa³ (188,00–200,00 m). Utwory środkowego miocenu z otworu wiertniczego Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1 należą do dwóch formacji: formacji z Machowa (głęb. 27,30–188,48 m) i formacji z Krzyżanowic (188,48–191,00 m). Dokładny opis litologiczny obu profili podali Czapowski i Gąsiewicz (2015).

W magazynie rdzeni Narodowego Archiwum Geologicznego PIG-PIB w Kielnikach koło Częstochowy, gdzie są przechowywane rdzenie z obu otworów wiertniczych, pobrano próbki osadów, w których dostrzeżono nawet najmniejsze ślady istnienia makrofauny. Łącznie przeanalizowano 56 próbek: 32 z rdzenia z otworu wiertniczego Busko (Młyny) PIG-1 i 24 z rdzenia z otworu Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1.

Z rdzenia z otworu wiertniczego Busko (Młyny) PIG-1 z najmłodszych utworów miocenu zaliczonych do formacji z Chmielnika pobrano dwie próbki. Próbki osadów formacji z Machowa, zbudowanej z przemiennie występujących wapienistych utworów ilastych i mułkowo-piaszczystych, pochodzą z czterech interwałów głębokości: 53–78 m (7 próbek), 90–94 m (3 próbki), 104–110 m (8 próbek) oraz 127–151 m (11 próbek). W utworach formacji z Krzyżanowic małżów nie znaleziono, natomiast w najstarszych, dolnobańskich

³ Formacja z Pińczowa stanowi północny, o cechach przybrzeżnych, odpowiednik formacji skawińskiej (Czapowski, Gąsiewicz, 2015).

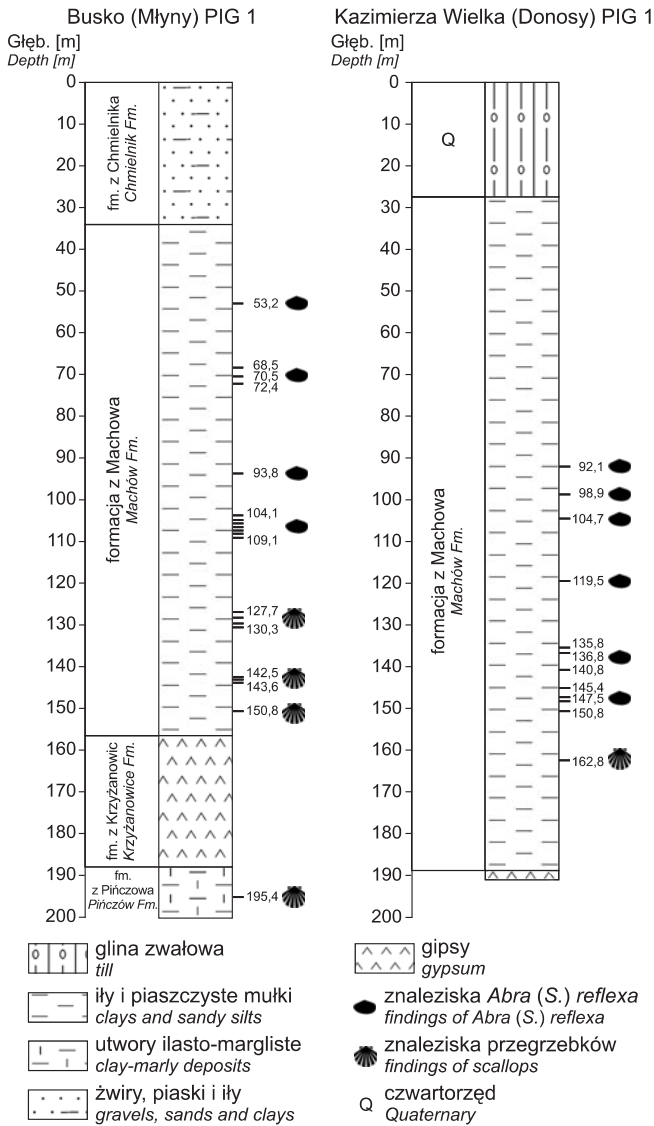


Fig. 2. Uproszczone profile litologiczno-stratygraficzne otworów wiertniczych Busko (Młyny) PIG-1 i Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1 z zaznaczonymi miejscami pobrania próbek zawierających stratygraficznie ważne gatunki małżów: *Lentipecten corneus denudatus* (Reuss, 1867), *Delectopecten vitreus* (Gmelin, 1791) oraz *Abra (Syndosmya) reflexa* (Eichwald, 1830)

Generalized lithological-stratigraphic profiles of the Busko (Młyny) PIG-1 and Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1 boreholes with indicated position of samples with stratigraphically important bivalvia species: *Lentipecten corneus denudatus* (Reuss, 1867), *Delectopecten vitreus* (Gmelin, 1791) and *Abra (Syndosmya) reflexa* (Eichwald, 1830)

←

utworach formacji z Pińczowa tylko jedna próbka (głęb. 195,40 m) zawierała skamieniałości małżów.

W przypadku rdzenia uzyskanego z otworu wiertniczego Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1 jedynie utwory formacji z Machowa, datowane na górny baden–dolny sarmat, zawierały szczątki mięczaków. Pobrane próbki pochodzą z pięciu interwałów głębokości: 92–99 m (2 próbki), 104–105 m (1 próbka), 119–122 m (5 próbek), 135–156 m (15 próbek) i 162–163 m (1 próbka).

Procedura badań biostratygraficznych obejmowała preparację makrofauny, a także określenie składu taksonomicznego zespołów skamieniałości w poszczególnych próbkach. Stan zachowania większości badanego materiału jest daleki od doskonałego. Większość aragonitowych muszli małżów uległa częściowemu rozpuszczeniu, co sprawiło, że mace racja osadu była niemożliwa. Natomiast zbyt delikatne kalcytowe muszle przegrzebków uniemożliwiały ich mechaniczne wypreparowanie.

WYNIKI BADAŃ

Badaniami paleontologicznymi objęto utwory formacji z Pińczowa, których część stropową nawiercono otworem wiertniczym Busko (Młyny) PIG-1, utwory formacji z Machowa, stwierdzone w obu badanych otworach wiertniczych, oraz osady formacji z Chmielnika, rozpoznane w otworze wiertniczym Busko (Młyny) PIG-1.

FORMACJA Z PIŃCZOWA

Utwory należące do tej formacji występują w odcinku rdzenia z otworu wiertniczego Busko (Młyny) PIG-1 z głębokości 188,00–200,00 m. Znaleziono okazy małżów reprezentują trzy gatunki: *Nucula (Nucula) nucleus* (Linnaeus, 1758),

Lentipecten corneus denudatus (Reuss, 1867) i *Corbula (Vari-corbula) cf. gibba* (Olivi, 1792). Obecność przegrzebka *Lentipecten corneus denudatus* świadczy o wczesnobadeńskim wieku formacji.

FORMACJA Z MACHOWA

Utwory zaliczone do formacji z Machowa tworzą odcinek rdzenia z otworu wiertniczego Busko (Młyny) PIG-1 z głębokości 34,00–157,50 m i odcinek rdzenia z otworu wiertniczego Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1 z głębokości 27,30–188,48 m.

Otwór wiertniczy Busko (Młyny) PIG-1

W próbkach pobranych z górnej części formacji z Machowa (53,20–109,10 m) znaleziono sześć gatunków małżów: *Inaequicostata* cf. *politioanei* (Jekelius, 1944), *Obsoletiforma vindobonensis* (Laskarew, 1903), *Plicatiforma pseudoplicata* (Friedberg, 1934), *Ervilia podolica* (Eichwald, 1830), *Ervilia trigonula* Sokolov, 1899 i *Abra* (*Syndosmya*) *reflexa* (Eichwald, 1830). Występowanie *Ervilia podolica*, *E. trigonula*, *Plicatiforma pseudoplicata* i *Obsoletiforma vindobonensis* jest ograniczone wyłącznie do pakietu ciemnoszarego, drobnoziarnistego, skośnie warstwowanego piasku z wyższej części formacji na głębokości 77,40–77,85 m. Obecność innego gatunku sercówki – *Inaequicostata* cf. *politioanei* – stwierdzono na głębokości 91,20 m.

Niemal we wszystkich próbkach pobranych z głębokości 53,20–109,10 m znaleziono okazy ważnego stratygraficznie gatunku *Abra* (*Syndosmya*) *reflexa*; brak ich było tylko w próbkach z osadów piaszczystych (77,40–77,85 m). Na podstawie znalezisk *Abra* (*Syndosmya*) *reflexa* można datować ten odcinek profilu na wczesny sarmat.

Utwory z głębokości 109,10–127,70 m były pozbawione makroskamieniałości, a więc określenie wieku tej części profilu na podstawie fauny małżowej nie jest możliwe.

W dolnej części formacji z Machowa (127,70–150,80 m) stwierdzono występowanie czterech gatunków małżów: *Nucula* (*Nucula*) *nucleus* (Linnaeus, 1758), *Delectopecten vitreus* (Gmelin, 1791), *Macoma* (*Psammacoma*) *elliptica*

(Brocchi, 1814) i *Cuspidaria rostrata* (Spengler, 1793). Najliczniejszy jest przegrzebek *Delectopecten vitreus*, co potwierdza przynależność tej części profilu do badenu.

Otwór wiertniczy Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1

W próbkach pobranych z utworów formacji z Machowa stwierdzono tylko dwa gatunki małżów. Muszle przegrzebka z gatunku *Delectopecten vitreus* znajdowały się w jednej próbce, pochodzącej ze spągowej części profilu (162,80 m). Natomiast w pozostałych 23 próbkach, pobranych z głębokości 92,10–150,80 m, znaleziono muszle i ośrodkie *Abra* (*Syndosmya*) *reflexa*, gatunku typowego dla dolnego sarmatu w utworach Paratetydy (Sokolow, 1899; Niewesskaja i in., 1993; Paramonowa, 1994; Schultz, 2005).

FORMACJA Z CHMIELNKA

W próbkach pobranych z rdzenia z otworu wiertniczego Busko (Młyny) PIG-1 z głębokości 20,40–21,65 m znaleziono tylko pojedyncze okazy dwóch endemicznych gatunków małżów: *Obsoletiforma vindobonensis* (Laskarew, 1903) i *Ervilia trigonula* Sokolov, 1899. Pierwsze pojawienie się tych gatunków w Paratetydzie Środkowej jest datowane na późny baden (Bałuk, 1970; Studencka i in., 1998), a w Paratetydzie Wschodniej – na wczesną konkę (Sokolow, 1899; Niewesskaja i in., 1993).

PODSUMOWANIE

Małże są jedną z najlepiej poznanych grup bezkręgowców występujących w utworach miocenu Paratetydy. Zdaniem wielu badaczy zespoły małżowe są niezwykle ważne w datowaniu płytkowodnych klastycznych osadów Paratetydy, zawierających ubogie zespoły nanoplanktonu wapiennego i otwornic planktonowych. Szczególne znaczenie przypisuje się przegrzebkom, których przedstawiciele mają muszle zbudowane z kalcytu (zob. Friedberg, 1932; Krach, 1957, 1958, 1962, 1979; Bohn-Havas i in., 1987; Mandić, 2005).

Według badaczy węgierskich (por. Bohn-Havas i in., 1987) zespoły przegrzebków umożliwiają również datowanie utworów strefy basenowej miocenu. Na podstawie czasu pierwszego pojawienia się wybranych czterech gatunków w basenie panońskim, wyróżnili oni cztery poziomy przegrzebki. Gatunkiem charakterystycznym dla najstarszych osadów miocenu Węgier (środkowy eger–dolny eggenburg) jest *Lentipecten corneus denudatus* (Reuss, 1867). We wczesnym eggenburgu w basenie panońskim pojawił się gatunek *Parvamussium duodecimlamellatum* (Bronn, 1831), w osadach dolnego eggenburgu–karpatu znajdowany razem z *Lentipecten corneus denudatus*. Pierwsze pojawienie się „*Amussium*” *cristatum badense* (Fontannes, 1882) jest datowane na wczesny karpat; w osadach karpatu i badenu Węgier gatunek ten występuje razem z *Lentipecten corneus denudatus*

i *Parvamussium duodecimlamellatum*. W późnym badeniu dołączył do nich jeszcze jeden przedstawiciel przegrzebków – *Palliolium zoellikoferi* (Bittner, 1884).

Niestety diachroniczne pojawianie się przegrzebków i ich ograniczone rozprzestrzenienie w Paratetydzie Środkowej uniemożliwiają wyróżnienie proponowanych poziomów przegrzebkowych na terenie zapadliska przedkarpackiego (por. Studencka, Studencki, 1988; Studencka, 1999). Żadnego z czterech wymienionych gatunków nie stwierdzono dotychczas w utworach górnego badenu zapadliska przedkarpackiego (Krach, 1958, 1962, 1979; Kowalewski, 1966; Studencka i in., 1998; Studencka, 1999). Na terenie Polski występowanie przegrzebków *Lentipecten corneus denudatus* i „*Amussium*” *cristatum badense* jest ograniczone do osadów dolnego badenu starszych od utworów gipsowych (Kowalewski, 1930; Czarnocki, 1935; Krach, 1957, 1958, 1962, 1979; Studencka, 1999). Natomiast występowania dwóch pozostałych gatunków charakterystycznych dla górnego badenu Węgier – *Parvamussium duodecimlamellatum* i *Palliolium zoellikoferi* – nie udokumentowano w Polsce. Wyniki dotychczasowych badań paleontologicznych wykazały, że zespół przegrzebków z badenu Polski obejmuje 30 gatunków, z czego 11 gatunków jest ograniczonych do dolnego badenu (zob. Studencka, 1999). Do grupy tej należy *Lentipecten*

corneus denudatus stwierdzony w próbce z rdzenia z otworu wiertniczego Busko (Młyny) PIG-1 z głębokości 195,40 m, w utworach formacji z Pińczowa, co potwierdza przynależność tej części profilu do dolnego badenu.

Cechą charakterystyczną dla osadów ilastych dolnego badenu Polski i Ukrainy jest współwystępowanie *Lentipecten corneus denudatus* i gatunków z rodzaju *Pseudamussium* Mörch, 1853 (Czarnocki, 1935; Krach, 1962). Przedstawiciele *Pseudamussium* nie są znani ani z utworów dolnego badenu basenu panońskiego, ani też z osadów dolnego badenu basenu wiedeńskiego (por. Schultz, 2001), są za to często spotykani w osadach górnego badenu wielu basenów wewnątrzkarpackich na terenie Rumunii (Nicorici, 1977). Jednak w odróżnieniu od licznych znalezisk *Lentipecten corneus denudatus* w miocenie Węgier (Bohn-Havas i in., 1987) występowanie tego gatunku na terenie Rumunii jest ograniczone do osadów ilastych górnego badenu zapadliska przedkarpackiego w Muntenii, gdzie towarzyszy mu *Aequipecten diaphanus* (du Bois de Montpéroux, 1831) i skrzydłonogi ślimak z rodzaju *Limacina* Bosc, 1817 (Nicorici, 1977).

Gatunkami charakterystycznymi dla górnego badenu Polski są: *Aequipecten malvinae* (du Bois de Montpéroux, 1831), *A. diaphanus* (du Bois de Montpéroux, 1831), *A. elegans* (Andrzejowski, 1830), *Pseudamussium lilli* (Pusch, 1837) i *P. scissa* (Favre, 1869). Wyniki dotychczasowych badań wskazują, że gatunki przegrzebków z rodzaju *Pseudamussium* Mörch, 1853 i *Palliolium bittneri* (Toula, 1899) (= *Chlamys elini* Zhizhchenko, 1953) są typowe dla utworów facji basenowej najwyższego badenu (Kowalewski, 1966; Krach, 1979; Studencka i in., 1998; Studencka, 1999).

Z badań rdzeni z otworów wiertniczych (zob. Kowalewski, 1958, 1966) wynika jednoznacznie, że w północnej części zapadliska przedkarpackiego w osadach piaszczystych lub ilasto-piaszczystych występują przedstawiciele rodzaju *Pseudamussium*, którym towarzyszą *Nucula* (*Nucula*) *sulcata* Bronn, 1831, *Glossus* (*Glossus*) *humanus* (Linnaeus, 1758) i *Thracia ventricosa* Philippi, 1844. Występowanie *Palliolium bittneri* (Toula, 1899) (= *Chlamys elini* Zhizhchenko, 1953) jest natomiast ograniczone do środkowej części zapadliska. W utworach ilastych i marglisto-ilastych, pozbawionych jakichkolwiek domieszek piaszczystych, Kowalewski (1966) oprócz *Palliolium bittneri* (Toula, 1899) stwierdził występowanie małżów *Bathyarca pectunculoides* (Scacchi, 1835), *Limatula subauriculata* (Montagu, 1803), *Cuspidaria cuspidata* (Olivi, 1792), *Cardiomya costellata* (Deshayes, 1833) i *C. elegantissima* (Hoernes, 1875), którym towarzyszył skrzydłonogi ślimak z rodzaju *Limacina* Bosc, 1817 (jego obiektywnym synonimem jest *Spiratella* Blainville, 1817, zaś młodszym synonimem – *Spirialis* Eydoux et Souleyet, 1840). W południowej części zapadliska przedkarpackiego, tuż przy brzegu Karpat, w ilastych osadach górnego badenu znajdowano jedynie liczne skorupki *Limacina valvatina* (Reuss, 1860) (Jurkiewicz, Karnkowski, 1961).

Mimo że w badanych utworach formacji z Machowa nie znaleziono żadnego z gatunków z rodzaju *Pseudamussium* ani *Palliolium bittneri* (Toula, 1899), obecność *Delectopecten*

vitreus (Gmelin, 1791) w 11 próbkach z głębokości 127,70–150,80 m w rdzeniu z otworu wiertniczego Busko (Młyny) PIG-1 oraz w próbce z głębokości 162,80 m w rdzeniu z otworu wiertniczego Kazimiera Wielka (Donosy) PIG-1 bezspornie określa wiek utworów dolnej części formacji z Machowa na późny baden. Występowanie tego gatunku stwierdzono również w osadach ilastych górnego badenu we wschodniej części basenu wiedeńskiego (Švagrösky, 1981; Tomašovych, 1998). Przegrzebki, podobnie jak inne morskie gatunki stenohalinowe, nie przeżyły zmian warunków środowiska spowodowanych czasowym zamknięciem połączeń Paratetydy z obszarem śródziemnomorskim, które nastąpiło w późnym badenie: nie znaleziono ich w osadach dolnego sarmatu (zob. Bohn-Havas i in., 1987; Studencka, 1999; Studencka, Jasionowski, 2011).

Zespoły małżowe są niezwykle ważne również w datowaniu osadów sarmatu Paratetydy. Na podstawie następstwa zespołów małżowych w utworach detrytycznych powstałych w środowisku przybrzeżnym (piaski, piaskowce i wapienie detrytyczne) można wyróżnić sześć poziomów (w każdym podpiętrze sarmatu, tj. wołynie, besarabie i chersonie, wyróżniono po dwa poziomy) oraz cztery poziomy dla utworów facji basenowej (dwa poziomy w besarabie; Kojumdgieva i in., 1989). Wczesnosarmacka fauna małżowa z facji ilastych jest zdominowana przez *Abra* (*Syndosmya*) *reflexa* (Eichwald, 1830) i przedstawiciele małej (muszla długości ok. 5–10 mm), kolczastej sercówki z gatunku *Inaequicostata inopinata* (Grischkevitsch, 1961). Pierwsze pojawienie się tych dwóch gatunków oraz *Inaequicostata nigra* (Zhizhchenko, 1934) (jego młodszymi synonimami są *Cardium gleichenbergense* Papp, 1952 i *C. transcarpaticum* Grischkevitsch, 1955) wyznacza dolną granicę poziomu *Abra reflexa* (Kojumdgieva i in., 1989), która jest jednocześnie dolną granicą sarmatu. Gatunkiem przeważającym w tym zespole jest *Abra* (*Syndosmya*) *reflexa*. Pierwsze pojawienie się tego gatunku w basenie Paratetydy odnotowano w osadach starszych niż sarmackie. Nieliczni przedstawiciele *Abra* (*S.*) *reflexa* są znani z osadów górnej konki wschodniej Ukrainy i Przekaukazia (Niewesskaja i in., 1993). Ich obecność stwierdzono również w równowiekowych osadach górnego badenu zapadliska przedkarpackiego (Kowalewski, 1966), gdzie towarzyszą im okazy cienkoskorupowych, gładkich przegrzebków, oznaczonych przez Kowalewskiego (1966) jako *Chlamys elini* Zhizhchenko, 1953. Dlatego też datowanie osadów ilastych na podstawie pojedynczych muszli *Abra* (*S.*) *reflexa* jest wysoce niejednoznaczne – mogły one powstać w najpóźniejszym badenie bądź w najwcześniejszym sarmacie. Mimo że w badanych próbkach pobranych z wyższej części formacji z Machowa nie znaleziono okazów sercówek *Inaequicostata inopinata* i *I. nigra*, masowe występowanie *Abra* (*S.*) *reflexa* wskazuje na dolny sarmat. Natomiast obecność w próbce pochodzącej z głębokości 91,20 m z rdzenia z otworu wiertniczego Busko (Młyny) PIG-1 sercówki *Inaequicostata* cf. *politioanei* (Jekelius, 1944) – gatunku, którego pierwsze pojawienie się w Paratetydzie jest datowane na sarmat (Kojumdgieva, 1969a; Schultz, 2003) –

jednoznacznie rozstrzyga o wczesnosarmackim (wołyńskim) wieku ilów wyższej części formacji z Machowa. Są one równoległe z zespołem małżów opisanym z piaszczystych osadów barierowych w rejonie Chmielnika (Studencka,

Studencki, 1980; Czapowski, Studencka, 1990), a także z zespołem *Cardium inopinatum*–*Abra reflexa* charakterystycznym dla marglistych ilów dolnego sarmatu w basenie panońskim (Bohn-Havas, 1983).

CZEŚĆ SYSTEMATYCZNA

W pracy przyjęto układ systematyczny stosowany w „Treatise on Invertebrate Paleontology” pod redakcją Moore’a (1969).

Gromada BIVALVIA Linnaeus, 1758

Podgromada Palaeotaxodonta Korobkov, 1954

Rząd **Nuculoidae** Dall, 1889

Nadrodzina Nuculacea Gray, 1824

Rodzina **Nuculidae** Gray, 1824

Rodzaj *Nucula* Lamarck, 1799

Podrodzaj *Nucula* (*Nucula*) Lamarck, 1799

Nucula (*Nucula*) *nucleus* (Linnaeus, 1758)

1996 *Nucula* (*Nucula*) *nucleus* (Linnaeus, 1758); Jakubowski i in., str. 665, pl. 190, fig. 1, 2; cum. syn.

1998 *Nucula* (*Nucula*) *nucleus* (Linnaeus, 1758); Tomašových, str. 362, pl. 6, fig. 1–4.

2001 *Nucula* (*Nucula*) *nucleus* (Linné, 1758); Schultz, str. 4–8, pl. 1, fig. 5a, b, 6a, b.

Materiał. – Busko (Młyny) PIG-1 – trzy skorupki (dwie w próbce z głęb. 138,80 m, jedna w próbce z głęb. 195,40 m).

Uwagi. – Gatunek bardzo częsty w osadach piaszczystych badenu zapadliska przedkarpackiego w Polsce (Studencka, 1986; Jakubowski i in., 1996; Studencka i in., 1998). Najstarsze znaleziska *Nucula* (*Nucula*) *nucleus* z obszaru Paratetydy Środkowej pochodzą z osadów górnego oligocenu (egeru) Słowacji (Seneš, 1958). Informacje o rozprzestrzenieniu tego gatunku w Paratetydzie (eger–baden) oraz w prowincjach atlantyckiej i medyterańskiej (rupel–holocen) podał Schultz (2001). Współczesny zasięg geograficzny *Nucula* (*Nucula*) *nucleus* obejmuje Morze Norweskie, wody wokół Wysp Brytyjskich, wschodnie wybrzeża Atlantyku aż do Przylądka Dobrej Nadziei, wschodnie wybrzeża Afryki i południowe wybrzeża Azji aż do Wyspy Bożego Narodzenia na Oceanie Indyjskim (Tebble, 1966). Jest on znany również z Morza Śródziemnego (Poppe, Goto, 1993).

Zasięg stratygraficzny. – Dolny oligocen–holocen.

Podgromada Pteriomorphia Beurlen, 1944

(emend. Boss, 1962)

Rząd **Ostreoida** Waller, 1978

Podrząd Pectinina Waller, 1978

Nadrodzina Pectinoidea Wilkes, 1819 (emend. Waller, 1978)

Rodzina **Pectinidae** Wilkes, 1819 (emend. Waller, 1978)

Podrodzina Camptonectinae Habe, 1977 (emend. Waller et Marincovich, 1992)

Rodzaj *Delectopecten* Stewart, 1930

Delectopecten vitreus (Gmelin, 1791)

Fig. 3

part. 1956 *Amussium denudatum* (Reuss) var. *oblonga* (Phil.); Krach, Nowak, str. 37, pl. 1, fig. 5.

part. 1957 *Chlamys elini* Žiszc.; Krach, str. 345–346, pl. 49, fig. 6.

1977 *Palliolium* (*Delectopecten*) cf. *vitreus* (Gmelin, 1791); Jakubowski, Musiał, str. 92–94, pl. 6, fig. 6, 7; cum. syn.

part. 1981 *Palliolium* (*Palliolium*) *bittneri* (Toula, 1899); Švagrovský, str. 47–48, pl. 16, fig. 5–7.

1986 *Palliolium* (*Delectopecten*) *vitreus* (Gmelin, 1791); Studencka, str. 34–35; cum. syn.

part. 1998 *Palliolium* (*Palliolium*) *bittneri* (Toula, 1900); Tomašových, str. 366, pl. 8, fig. 3–5.

? 1998 *Palliolium* (*Delectopecten*) *spinari* n. sp.; Tomašových, str. 366, 368, 385–386, pl. 7, fig. 1–10.

2002 *Delectopecten vitreus* (Gmelin, 1791); Dijkstra, Goud, str. 48–49, fig. 42–44.

2002 *Delectopecten vitreus* (Gmelin, 1791); Marquet, str. 52, pl. 9, fig. 3.

2004 *Delectopecten vitreus* (Gmelin, 1791); Dijkstra, Gofas, str. 59–61, fig. 18A–G.

2007 *Delectopecten vitreus* (Gmelin); Ceregato i in., str. 562, fig. 3: 8a, b.

Materiał. – Busko (Młyny) PIG-1 – gniazdowe nagromadzenie pokruszonych skorupki (próbka z głęb. 127,70 m), fragmenty skorupki (128,10 m), pięć muszli (129,80 m), fragmenty skorupki (130,00 m), fragment skorupki (142,50 m), fragment skorupki (142,80 m), dwie muszle (143,60 m), fragment skorupki (150,80 m); Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1 – dwie lewe skorupki (162,80 m).

Opis. – Muszla bardzo delikatna, niemal przezroczysta, do 20 mm wysokości i 18 mm długości, okrągława (nieco wyższa niż szersza), znacząco wypukła. Kąt szczytowy ok. 90°. Mały, nieco wystający przodoskrętny wierzchołek znajduje się w środku prostego brzegu zawiasowego. Przednie ucho prawej skorupki wcięte u podstawy z szeroką zatoką, na której krawędzi występują widoczne ząbki ktenoidalne. Przednie ucho lewej skorupki kończy się prostopadłe. Małe tylne uszy obu skorupki nie są oddzielone od dysku – skośny brzeg płynnie przechodzi w brzeg tylny.

Powierzchnia zewnętrzna niemal gładka, jedynie przy dużym powiększeniu można dostrzec bardzo delikatne, gęste linie radialne rozchodzące się wachlarzowato od wierzchołka. Przecinają je bardzo słabo widoczne linie koncentryczne, na niektórych okazach nieco silniejsze w pobliżu brzegu brzuszego. Na przednim uchu skorupki prawej znajdują się dwa żeberka, mniej wyraźne od linii koncentrycznych.

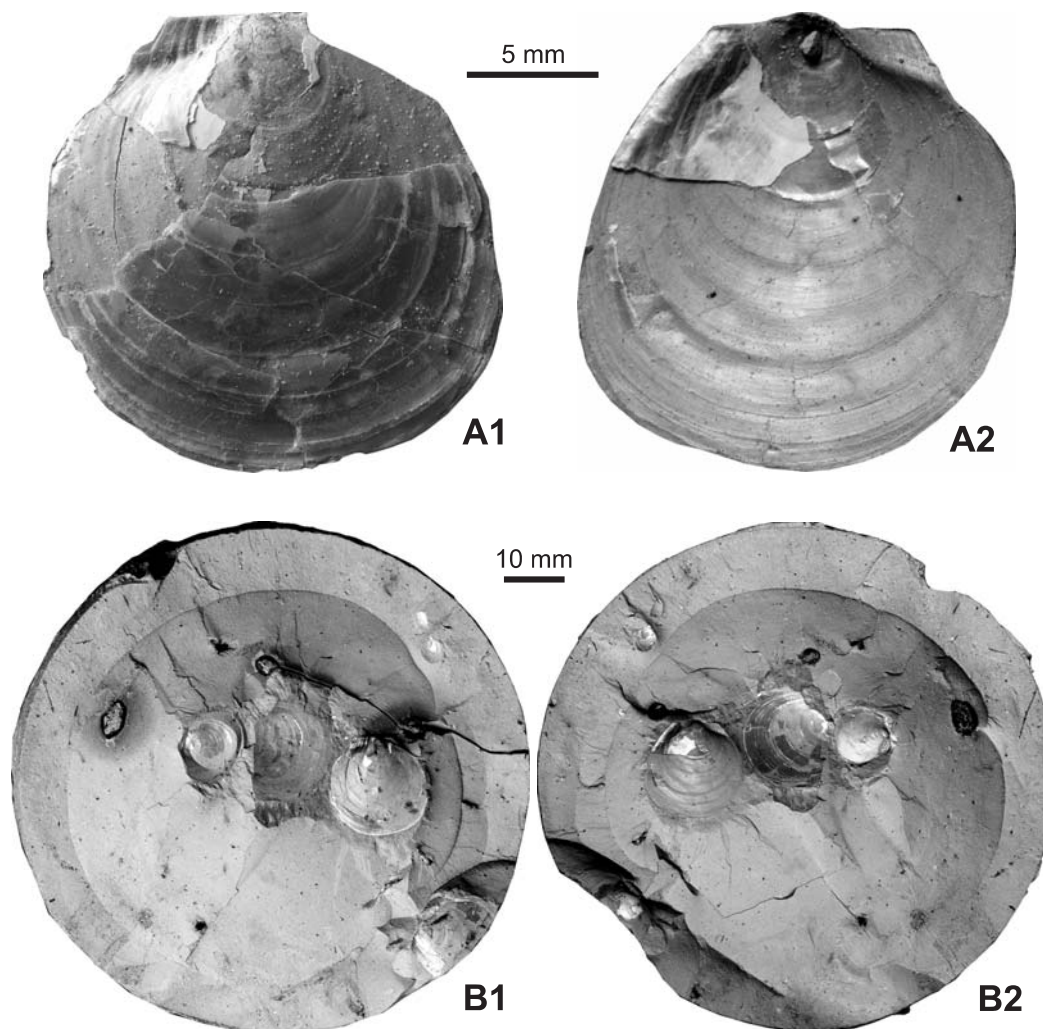


Fig. 3. *Delectopecten vitreus* (Gmelin, 1791) – otwór wiertniczy Busko (Młyny) PIG-1 (głęb. 129,80 m, górny baden, formacja z Machowa) (fot. D. Nast)

A1, A2. Powierzchnia zewnętrzna i odcisk powierzchni zewnętrznej lewej skorupki (MZ VIII MI-3852/2). **B1, B2.** Muszle na powierzchni stropowej i spagowej bezstrukturalnego wapienistego ilowca

Delectopecten vitreus (Gmelin, 1791) – Busko (Młyny) PIG-1 borehole (depth 129.80 m, Upper Badenian, Machów Fm.) (photos by D. Nast)

A1, A2. External surface and imprint of external surface of left valve (MZ VIII MI-3852/2). **B1, B2.** Top and bottom bed surface of structureless marly claystones with specimens of *Delectopecten vitreus* (Gmelin)

Stadia wzrostu słabo zaznaczone. Linia płaszczca całobrzega, bardzo oddalona od gładkiego brzegu brzuszego.

Uwagi. – Gatunek bardzo rzadki w stanie kopalnym. W prowincji medyterańskiej *Delectopecten vitreus* stwierdzono w utworach dolnego miocenu (górnego burdygału) Piemontu w północnych Włoszech (Sacco, 1897) oraz w osadach dolnego plejstocenu Kalabrii w południowych Włoszech i na Sycylii (Di Geronimo, La Perna, 1997). Jest on znany również z osadów pliocenu Morza Północnego (Marquet, 2002). W Paratetydzie notowany dotychczas tylko z utworów badenu Polski (Jakubowski, Musiał, 1977; Studencka, 1986). Najstarsze znaleziska *Delectopecten vitreus* w Paratetydzie pochodzą zapewne z osadów dolnego badenu w Roczynach koło Andrychowa (Krach, Nowak, 1956) i Czechowic (Krach, 1957). Krach i Nowak (1956) mylnie oznaczyli okazy tego

gatunku z okolic Roczyn jako odmianę *oblonga* Philippi gatunku *Lentipecten corneus denudatus* (Reuss, 1867), natomiast okazy z Czechowic Krach (1957) zaliczył do *Chlamys elini* Zhizhchenko, 1953.

Z badań porównawczych przeprowadzonych w Instytucie Paleontologicznym Rosyjskiej Akademii Nauk w Moskwie (PIN RAN) wynika, że *Delectopecten vitreus* występuje również w osadach ilastych górnego badenu Słowacji. Znajdujące się w zbiorach PIN RAN okazy z Devínskej Novej Vsi, oznaczone przez Švagrovskiego (1981) jako *Palliolium (Palliolium) bittneri* (Toula, 1899), niewątpliwie należą do dyskusowanego gatunku. Švagrovský (1981) podał istotne różnice między oznaczonymi przez siebie okazami a formą opisaną przez Toulę (1900). Mimo że pochodzą one z miejscowości typowej dla gatunku *Palliolium (Palliolium) bittneri*,

różnią się od formy opisanej przez Toulę (1900) wielkością muszli, jej zarysem i brakiem nieregularnych koncentrycznych zmarszczek. Błąd w oznaczeniu przegrzebków z Devínskej Novej Vsi powtórzył Tomašových (1998), który znalezione przez siebie okazy – mimo ich odmiennej ornamentacji – zaliczył do *Palliolium (Palliolium) bittneri*. Powierzchnie zewnętrzne okazów z kolekcji Tomašových pokrywają delikatne linie radialne, o których istnieniu Toulę (1900), autor gatunku, nie wspomina. Z kolei okazy *Palliolium (Palliolium) bittneri* znalezione w Devínskej Novej Vsi Tomašových (1998) oznaczył jako *Chlamys elini* Zhizhchenko, 1953.

Współcześni przedstawiciele *Delectopecten vitreus* zasiedlają spokojne wody Atlantyku na głębokości ok. 100 m w okolicach podbiegunowych i do ponad 4000 m w pobliżu równika (Dijkstra, Goud, 2002; Dijkstra, Gofas, 2004). Gatunek ten jest znany z Oceanu Indyjskiego (Tebble, 1966) i z głębszych wód (do 3000 m) zachodniej i środkowej części Morza Śródziemnego (Ceregato i in., 2007). W Morzu Marmara jego przedstawiciele żyją na głębokości 60 m, w wodach o zasoleniu 38,2‰ (Albayrak i in., 2004). Na podstawie atlantyckich znalezisk udokumentowano zmienny charakter ornamentacji powierzchni zewnętrznej oraz wypukłości muszli *Delectopecten vitreus* (Tebble, 1966; Dijkstra, Goud, 2002; Dijkstra, Gofas, 2004). Wyraźnie bądź słabo wypukłe przezroczyste muszle mogą być niemal gładkie (Dijkstra, Goud, 2002: fig. 42–44; Dijkstra, Gofas, 2004: fig. 18A, B) albo też ich powierzchnie pokrywają koncentryczne linie delikatnych owalnych guzków lub łusek (Tebble, 1966: fig. 27; Dijkstra, Gofas, 2004: fig. 18C). Podobny typ ornamentacji można zaobserwować na okazach z Devínskej Novej Vsi, które Tomašových (1998) wyróżnił pod nazwą gatunkową *Palliolium (Delectopecten) spinari*. Jest wielce prawdopodobne, że również i opisane przez niego okazy, pochodzące z tych samych warstw co *Delectopecten vitreus*, reprezentują ten sam gatunek.

Zasięg stratygraficzny. – Dolny miocen–holocen.

Rodzaj *Lentipecten* Marwick, 1928

Lentipecten corneus denudatus (Reuss, 1867)

Fig. 4

- 1928 *Amussium denudatum* Reuss; Depéret, Roman, str. 187–189, pl. 28, fig. 4–8, tekst – fig. 8.
 1932 *Amussium (Pseudamussium) oblongum* Phil. an n. sp.; Friedberg, str. 63, pl. 3, fig. 10, 11.
 1936 *Amussium (Pseudamussium) denudatum* Reuss; Friedberg, str. 256–257, pl. 42, fig. 13.
 1953 *Amussium (Pseudamussium) denudatum* Reuss; Zhizhchenko, str. 238, pl. 2, fig. 14, 15.
 1957 *Amussium denudatum* (Reuss); Krach, str. 347.
 1969b *Pseudamussium denudatum* (Reuss, 1867); Kojumdgieva, str. 85, pl. 1, fig. 12, 13, pl. 2, fig. 1, 2.
 1993 *Lentipecten corneus denudatus* (Reuss, 1867); Niewesskaja i in., str. 95–96, pl. 21, fig. 12, pl. 22, fig. 1–12, pl. 23, fig. 1–3.
 1998 *Amussium denudatum* (Reuss, 1867); Tomašových, str. 366, pl. 8, fig. 1, 2.
 2001 *Lentipecten (Lentipecten) corneus denudatus* (Reuss, 1867); Schultz, str. 153–156, pl. 15, fig. 2.
 2003 *Korobkovia denudata* (Reuss, 1867); Mandic, str. 219.

Materiał. – Busko (Młyny) PIG-1 – lewa skorupka (próbka z głęb. 195,40 m).

Uwagi. – Gatunek dość częsty w osadach dolnego badenu zapadliska przedkarpackiego na przedpolu Karpat. Jego przedstawiciele znalezione w osadach ilastych w Wieliczce (Friedberg, 1936), Makoszowych koło Zabrze (Krach, 1954), Benczynie koło Wadowic (Krach, Książkiewicz, 1949), Roczynach koło Andrychowa (Krach, Nowak, 1956) i Głubczycach (Roemer, 1870 patrz Krach, 1962). Okazy tego gatunku napotkano również w utworach marglistych dolnego badenu w Nadolu pod Buskiem i Woli Zagojskiej koło Pińczowa (Kowalewski, 1930, Czarnocki, 1935). W zbiorach Muzeum Ziemi Polskiej Akademii Nauk w Warszawie znajdują się okazy z utworów dolnego badenu z Lipy koło Pińczowa. Powierzchnia zewnętrzna tych słabo wypukłych (największa wypukłość na 1/3 wysokości), okrągławych skorupek (długość mniejsza niż wysokość) jest niemal gładka, występują tylko delikatne linie przyrostowe. Stadia wzrostu są bardzo słabo zaznaczone. Kształt i długość obu uszu jednakowa: długość brzegu zawiasowego stanowi 1/3 długości skorupki (fig. 4B–D). Mandic (2003) mylnie zaliczył gatunek *denudatus*, ustanowiony przez Reussa w 1867, do rodzaju *Korobkovia* Glibert et van de Poel, 1965. Cechą diagnostyczną dla tego rodzaju jest obecność niskich żeber na powierzchni wewnętrznej lewej skorupki, podczas gdy wewnętrzna powierzchnia obu skorupek u *Lentipecten corneus denudatus*, podobnie jak u innych przedstawicieli rodzaju *Lentipecten* Marwick, 1928, jest gładka.

W Lipie koło Pińczowa i Woli Zagojskiej koło Pińczowa (zob. Kowalewski, 1930) wraz z *Lentipecten corneus denudatus* znaleziono „*Amussium*” *cristatum badense* (Fontannes, 1882), który jest gatunkiem dominującym w zespole. W utworach dolnego badenu okolic Andrychowa *Lentipecten corneus denudatus* występuje razem z *Delectopecten vitreus* (Gmelin, 1791). Zgodnie z dotychczasowymi wynikami badań paleontologicznych nie wykazano obecności gatunku *Lentipecten (Lentipecten) corneus denudatus* na terenie Polski w osadach dolnego badenu młodszych od utworów gipsowych. Natomiast jego występowanie w ilastych utworach górnego badenu Paratetydy Środkowej odnotowano we wschodniej części basenu wiedeńskiego na Słowacji (Tomašových, 1998) oraz w basenie przedkarpackim na terenie Muntenii w Rumunii (Nicorici, 1977). Gatunek jest znany również z utworów facji basenowej badenu Węgier, gdzie występuje z „*Amussium*” *cristatum badense* (Fontannes, 1882) i *Parvamussium duodecimlamellatum* (Bronn, 1831). Zdaniem Bohn-Havasa i in. (1987) *Lentipecten (Lentipecten) corneus denudatus* razem z *Parvamussium duodecimlamellatum* jest gatunkiem charakterystycznym dla dwóch poziomów przegrzebkowych (stanowiących wiekowe odpowiedniki poziomu nanoplanktonu wapiennego NN2) z piętra eggenburg: poziomu zespołu *Chlamys gigas* i poziomu zespołu *Chlamys palmata–Chlamys crestensis*. Z kolei wraz z „*Amussium*” *cristatum badense* charakteryzuje on poziom zespołu *Chlamys albina* i pozwala datować utwory dolnego ottnangu Węgier (spąg poziomu nanoplanktonu wapiennego NN3).

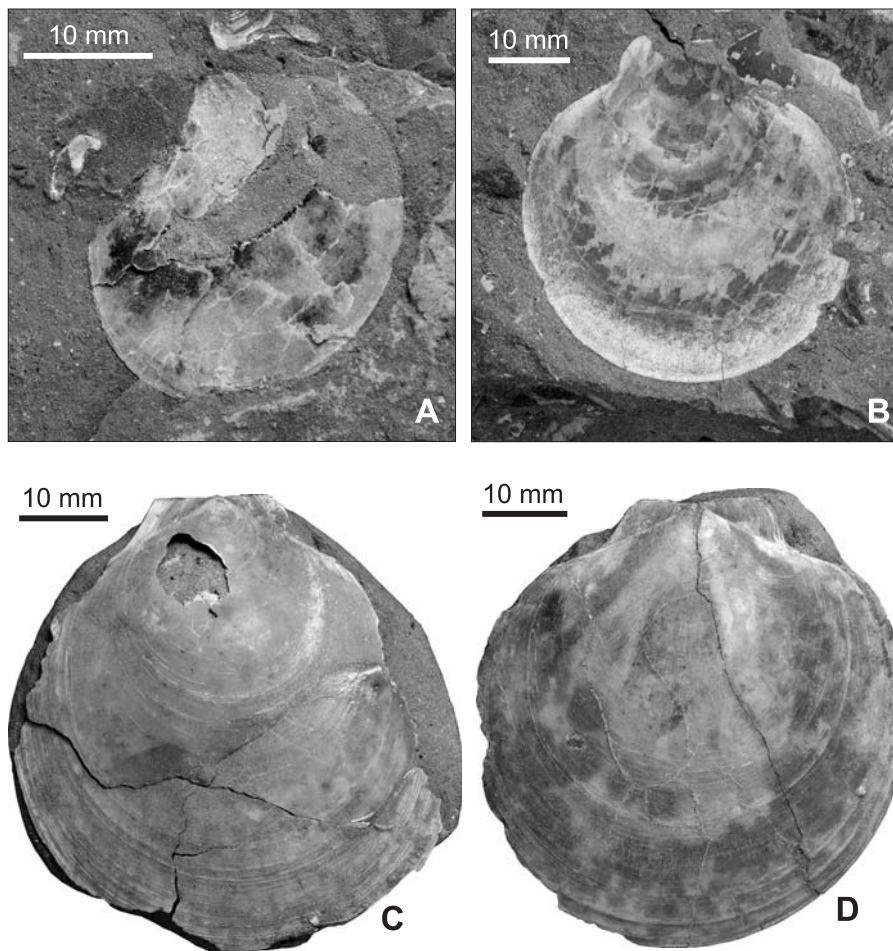


Fig. 4. *Lentipecten corneus denudatus* (Reuss, 1867). A – otwór wiertniczy Busko (Młyny) PIG-1 (głęb. 195,40 m, dolny baden, formacja z Pińczowa); B–D – Lipa koło Pińczowa (dolny baden, formacja z Pińczowa) (fot. D. Nast)

A. Powierzchnia wewnętrzna lewej skorupki (MZ VIII MI-3853). B. Powierzchnia wewnętrzna lewej skorupki (MZ VIII MI-3077). C. Powierzchnia zewnętrzna lewej skorupki (MZ VIII MI-3076/1). D. Powierzchnia zewnętrzna prawej skorupki (MZ VIII MI-3076/2)

Lentipecten corneus denudatus (Reuss, 1867). A – Busko (Młyny) PIG-1 borehole (depth 195.40 m, Lower Badenian, Pińczów Fm.); B–D – Lipa near Pińczów (Lower Badenian, Pińczów Fm.) (photos by D. Nast)

A. Interior view of left valve (MZ VIII MI-3853). B. Interior view of left valve (MZ VIII MI-3077). C. Exterior view of left valve (MZ VIII MI-3076/1). D. Exterior view of right valve (MZ VIII MI-3076/2)

Informacje o rozprzestrzenieniu *Lentipecten corneus denudatus* w Paratetydzie Środkowej (eger–baden) oraz na obszarze prowincji medyterańskiej (akwitan–torton) podał Schultz (2001). Na terenie Paratetydy Wschodniej gatunek ten stwierdzono w osadach dolnego i środkowego miocenu (kaukaz, sakaraul i tarchan) południowej Rosji, Gruzji i Kazachstanu (Niewesskaja i in., 1993).

Zasięg stratygraficzny. – Górny oligocen–górnymiocen.

Podgromada Heterodonta Neumayr, 1884

Rząd Veneroida H. Adams et A. Adams, 1856

Nadrodzina Cardiacea Lamarck, 1809

Rodzina **Cardiidae** Lamarck, 1809

Podrodzina Lymnocardinae Stoliczka, 1870

Rodzaj *Inaequicostata* Paramonova, 1971

Inaequicostata cf. *politioanei* (Jekelius, 1944)

Fig. 5

Materiał. – Busko (Młyny) PIG-1 – cztery muszle (próbka z głęb. 91,20 m).

Uwagi. – Cechą charakterystyczną dla tego rodzaju sercówek jest obecność żeber głównych i żeber drugorzędnych o zmiennej liczbie. Powierzchnię pola przedkrawędziowego badanych okazów pokrywa 14 gładkich żeber, rozdzielonych bardzo wąskimi bruzdami. Bardzo wyraźne, mocniejsze żebro krawędziowe oddzielające strome pole tylne również jest gładkie, pozbawione jakichkolwiek kolców lub łusek. Zarys i ornamentacja powierzchni zewnętrznej okazów z rdzenia z otworu wiertniczego Busko (Młyny) PIG-1 najbardziej są zbliżone do gatunku *Inaequicostata politioanei* (Jekelius, 1944), którego przedstawiciele mają cienkościenne muszle

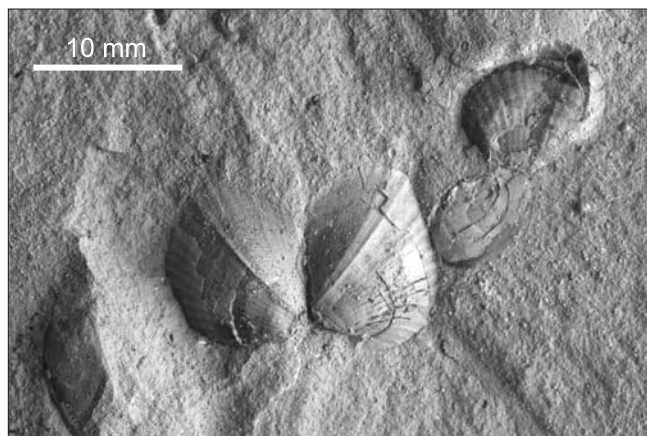


Fig. 5. *Inaequicostata* cf. *politioanei* (Jekelius, 1944) – otwór wiertniczy Busko (Młyny) PIG-1 (głęb. 91,20 m, dolny sarmat, formacja z Machowa). Powierzchnia zewnętrzna otwartej muszli. Skorupki są połączone jedynie słabym wiązadłem, co świadczy o bardzo krótkim pośmiertnym transporcie (MZ VIII MI-3854) (fot. D. Nast)

Inaequicostata cf. *politioanei* (Jekelius, 1944) from the Busko (Młyny) PIG-1 borehole (depth 91.20 m, Lower Sarmatian, Machów Fm.). Exterior view of shell. Valves joined only with weak ligament prove very short postmortem transport (MZ VIII MI-3854) (photo by D. Nast)

o zarysie niemal kwadratowym, nieznacznie poprzecznie wydłużone, z bardzo nabrzmiałą i wyniesioną ponad brzeg grzbietowy częścią przywierzchołkową. Powierzchnia zewnętrzna u *Inaequicostata politioanei* jest ornamentowana 18–25 szerokimi zaokrąglonymi prostokątnymi, gładkimi żebrami, z których 13–17 pokrywa pole przedkrawędziowe. Żebro krawędziowe, podobnie jak i dwa żebra główne na polu przedkrawędziowym, jest silniej zaznaczone od pozostałych żeber. Bruzdy są bardzo wąskie.

Jest to gatunek endemiczny, charakterystyczny dla osadów ilastych dolnego sarmatu (wołyn) i dolnej części środkowego sarmatu (dolny besarab) Paratetydy. Znany z Austrii, Rumunii (Schultz, 2003), ze Słowacji (Švagrovský, 1971) i z Bułgarii (Kojumdgiewa, 1969a).

Rodzaj *Obsoletiforma* Paramonova, 1971

Obsoletiforma vindobonensis (Laskarew, 1903)

1903 *Cardium vindobonense* Partsch; Laskarew, str. 79–80, pl. 3, fig. 14–19.

1934 *Limnocardium obsoletum* Eichw. var. *vindobonensis* Partsch; Friedberg, str. 153, pl. 24, fig. 10, 11.

1993 *Obsoletiforma obsoleta vindobonense* (Laskarew, 1903); Niewesskaja i in., str. 247, pl. 57, fig. 1–4.

Materiał. – Busko (Młyny) PIG-1 – dwie muszle (próbka z głęb. 20,40 m), dwie muszle (77,40–77,85 m), lewa skorupka (106,70 m).

Opis. – Muszla cienkościenna do 15 mm długości i 12 mm wysokości, okrągławo-trapezoidalna, nieznacznie poprzecznie wydłużona, wypukła, największa wypukłość na 1/3 wysokości muszli. Brak wyraźnej krawędzi, ale część tylna skorupki jest bardzo stroma i krótka. Małe zaostrome przodoskrętne wierzchołki nieznacznie wystają ponad brzeg grzbietowy. Wklęsły brzeg lunularny stanowi połowę długości prostego, skośnie w dół biegnącego brzegu tylnogrzebietowego. Brzeg lunularny płynnie przechodzi w wypukły brzeg przedni, który razem ze słabo wypukłym brzegiem brzuszным tworzy regularnie wygięty łuk. Brzeg tylnogrzebietowy tworzy z tej samej długości brzegiem tylnym kąt rozwarty; połączenie brzegu tylnego i brzuszного jest kątowne. Lunula wąska lancetowata, gładka i wciśnięta.

Powierzchnia zewnętrzna ornamentowana 26–28 płaskimi, zaokrąglonymi prostokątnymi żebrami; szerokie żebra w części przedniej i środkowej są rozdzielone bardzo wąskimi bruzdami, natomiast żebra (5–7) na stromo nachylonej części tylnej są dwukrotnie węższe od bruzd.

Uwagi. – Gatunkiem zbliżonym do *Obsoletiforma vindobonensis* jest *O. ustjurtensis* (Kolesnikow, 1929), który różni się od niego zarysem muszli i charakterem ornamentacji. Muszle *Obsoletiforma vindobonensis* są silniej poprzecznie wyciągnięte z wyraźnie zaznaczonym kątownym połączeniem brzegu tylnego z brzuszным, podczas gdy muszle *O. ustjurtensis* są okrągławe z bardzo wypukłą częścią okołowierzchołkową silnie wyniesioną ponad brzeg grzbietowy. Liczba żeber u obu gatunków jest taka sama, tj. 19–21 w części przedniej i środkowej oraz 6–8 w części tylnej. U *O. ustjurtensis* zaokrąglone żebra są ozdobione słabo łukowato wygiętymi, bardzo gęsto ułożonymi koncentrycznymi listewkami, które na żebrach przednich i środkowych tworzą dachówkowato ułożone gęste łuski. Gęste łuski są widoczne również na ostatnim żebrze znajdującym się tuż przy brzegu grzbietowym. Delikatne koncentryczne linie występują również w wąskich bruzdach międzyżebrowych. U *O. vindobonensis*, w odróżnieniu od *O. ustjurtensis*, tylko przednie żebra są pokryte niskimi prostymi lamelkami, na pozostałych, płaskich żebrach są widoczne słabe linie wzrostu. Bardzo wąskie bruzdy międzyżebrowe są gładkie.

Gatunek *Obsoletiforma vindobonensis* bardzo często występuje w piaszczystych osadach dolnego sarmatu Paratetydy; jest znany od Austrii po Kazachstan (por. Niewesskaja i in., 1993; Paramonova, 1994; Schultz, 2003). Jego przedstawicieli znaleziono również w osadach piaszczystych dolnego sarmatu w okolicy Chełma Lubelskiego (M. Hubera, 2006, inf. ustna) i rafach mikrobialitowo-serpulowych Miodoborów (Studencka, Jasionowski, 2011). Najstarsze znaleziska *Obsoletiforma vindobonensis* z obszaru Paratetydy Środkowej pochodzą z osadów górnego badenu Niskowej koło Nowego Sącza (Bałuk, 1970). Gatunek znany także z osadów konki Paratetydy Wschodniej (Sokolow, 1899).

Zasięg stratygraficzny. – Środkowy miocen (górny baden–dolny sarmat).

Rodzaj *Plicatiforma* Paramonova, 1971

Plicatiforma pseudoplicata (Friedberg, 1934)

- 1934 *Limnocardium plicatum* Eichw. var. *pseudoplicatum* Fried.; Friedberg, str. 146–147, pl. 23, fig. 10–13.
 1971 *Cardium pseudoplicatum* (Friedberg, 1934); Švagrovský, str. 143–144, pl. 3, fig. 4–6.
 1993 *Plicatiforma praeplicata pseudoplicata* (Friedberg, 1934); Niewesskaja i in., str. 268, pl. 58, fig. 24–27.
 2003 *Plicatiforma pseudoplicata* (Friedberg, 1934); Schultz, str. 581–582, pl. 86, fig. 16, 17a, b.

Materiał. – Busko (Młyny) PIG-1 – cztery skorupki (próbka z głęb. 77,40–77,85 m).

Uwagi. – Okazy z rdzenia z otworu wiertniczego Busko (Młyny) PIG-1 są całkowicie zgodne z opisem i ilustracjami przedstawicieli *Plicatiforma pseudoplicata* pochodzących z Dwikóz, gdzie ten gatunek jest często spotykany. Jest to gatunek endemiczny, charakterystyczny dla osadów piaszczystych dolnego sarmatu (wołyn) Paratetydy. Znany z terenu Polski (Friedberg, 1934), Ukrainy, Mołdawii (Niewesskaja i in., 1993; Paramonova, 1994), Słowacji (Švagrovsky, 1971), Austrii (Schultz, 2003) i Bułgarii (Kojumdgieva, 1969a).

Zasięg stratygraficzny. – Środkowy miocen (dolny sarmat).

Nadrodzina Mactracea Lamarck, 1809
 Rodzina **Mesodesmatidae** Gray, 1939
 Podrodzina *Erviliinae* Dall, 1895

Rodzaj *Ervilia* Turton, 1822

Ervilia podolica (Eichwald, 1830)

- 1934 *Ervilia podolica* Eichw.; Friedberg, str. 41–42, pl. 7, fig. 23, 24.
 1934 *Ervilia podolica* Eichw. var. *dissita* Eichw.; Friedberg, str. 42–43, pl. 7, fig. 25–28.
 1971 *Ervilia dissita dissita* (Eichwald, 1830); Švagrovský, str. 185–187, pl. 22, fig. 1–5.
 1971 *Ervilia dissita podolica* (Eichwald, 1830); Švagrovský, str. 187–189, pl. 23, fig. 1–9.
 1986 *Ervilia podolica* (Eichwald, 1830); Studencka, str. 81–82, pl. 13, fig. 8–10, 12a, b, 14a, b.
 1993 *Ervilia dissita dissita* (Eichwald, 1830); Niewesskaja i in., str. 306, pl. 72, fig. 37–40.
 1996 *Ervilia podolica* (Eichwald, 1830); Jakubowski i in., str. 694, pl. 208, fig. 9, 10.
 2003 *Ervilia dissita* (Eichwald, 1830) indet. ssp.; Schultz, str. 677–681.
 2003 *Ervilia dissita dissita* (Eichwald, 1830); Schultz, str. 681–684, pl. 95, fig. 6a–c–9a–c.
 2003 *Ervilia dissita podolica* (Eichwald, 1830); Schultz, str. 684–686, pl. 95, fig. 10a, b–13.

Materiał. – Busko (Młyny) PIG-1 – masowe nagromadzenie skorupki (próbka z głęb. 77,40–77,85 m).

Uwagi. – Znalezione okazy tego gatunku są całkowicie zgodne z okazami opisanymi przez Hörnesa (1859: str. 73–74, pl. 3, fig. 12a–e) z basenu wiedeńskiego. Nazwy *Crassatella dissita*, *C. concinna* i *C. podolica* nadane przez Eichwalda (1830: str. 206–207) skamieniałościom występującym w osadach neogenu Podola, Wołynia i Besarabii odnoszą

się zdaniem Hörnesa (1859) nie do trzech różnych gatunków, lecz do kolejnych stadiów ontogenetycznych tego samego gatunku. Nazwa *Crassatella podolica* była pierwotnie użyta przez Eichwalda (1830: str. 206) w odniesieniu do dużych, najlepiej wykształconych okazów, które w związku z tym Hörnes (1859) traktował jako najbardziej reprezentatywne dla tego gatunku.

Późniejsi badacze traktowali jednak *Crassatella podolica* i *C. dissita* albo jako samodzielne gatunki (np. Kojumdgieva, 1969a: 27–28), albo jako dwie odmiany bądź dwa podgatunki gatunku, dla którego większość badaczy używała nazwy *dissita* (np. Schultz, 2003: str. 681–686), podczas gdy inni przyjmowali nazwę *podolica* (np. Friedberg, 1934: str. 42–43). Kryterium wydzielenia odmian jest wielkość muszli. Jako graniczne między odmianami *dissita* i *podolica* stosowano wymiary: 15 mm (Kojumdgieva, Strachimirov, 1960: str. 266) oraz do 16 mm dla *dissita* i powyżej 17 mm dla *podolica* (Kolesnikow, 1935: str. 42; Papp, 1958: str. 88; Schultz, 2003: str. 683). Ten endemiczny gatunek jest bardzo częsty i szeroko rozprzestrzeniony w piaszczystych osadach dolnego sarmatu Paratetydy.

Zasięg stratygraficzny. – Środkowy miocen (najwyższy baden–środkowy sarmat).

Ervilia trigonula Sokolov, 1899

- 1899 *Ervilia trigonula* n.sp.; Sokolov, str. 23–26, 71–72; pl. 2, fig. 36–41, tekst–fig. 11.
 1934 *Ervilia trigonula* Sok.; Friedberg, str. 43–44, pl. 8, fig. 1, 2.
 1971 *Ervilia trigonula* Sokolov, 1899; Švagrovský, str. 183–185, pl. 20, fig. 1–12.
 1993 *Ervilia pusilla trigonula* Sokolov, 1899; Niewesskaja i in., str. 303–304, pl. 72, fig. 13–18.
 2003 *Ervilia trigonula* Sokolov, 1899; Schultz, str. 690, pl. 95, fig. 18a, b.

Materiał. – Busko (Młyny) PIG-1 – masowe nagromadzenie skorupki (próbki z głęb. 77,40–77,85 m).

Uwagi. – Okazy z rdzenia z otworu wiertniczego Busko (Młyny) PIG-1 są całkowicie zgodne z okazami opisanymi przez Sokolowa (1899) z basenu rzeki Konki (lewy dopływ Dniepru) w okolicach Zaporozża (południowa Ukraina). Gatunek bardzo bliski *Ervilia podolica* (Eichwald, 1830), którego osobniki mają bardzo nierównoboczną muszlę – przednia część brzegu grzbietowego jest niemal trzykrotnie krótsza od esowato wygiętej za wierzchołkiem części tylnej. Muszle *Ervilia trigonula* są natomiast niemal równoboczne, o prostych, bardziej stromych brzegach przednio- i tylnogrzbietowym. Ponadto muszle *Ervilia trigonula* różnią się od muszli *Ervilia podolica* wielkością kąta szczytowego, który wynosi 107–120° (*trigonula*) i 110–140° (*podolica*).

Najstarsze znaleziska *Ervilia trigonula*, gatunku endemicznego dla Paratetydy, są datowane na wczesną konkę Paratetydy Wschodniej. Jego osobniki stwierdzono w piaszczystych osadach dolnej konki w południowej Rosji (Sokolov, 1899) i północno-wschodniej Bułgarii (Kojumdgieva, Strachimirov, 1960). Gatunek jest znany również z utworów najwyższego badenu Paratetydy Środkowej z obszaru

Mołdawii i zachodniej Ukrainy (Niewesskaja i in., 1993). Bardzo częsty w utworach dolnego sarmatu (Schultz, 2003).

Zasięg stratygraficzny. – Środkowy miocen (konka–dolny sarmat).

Nadrodzina Tellinacea de Blainville, 1814

Rodzina **Tellinidae** de Blainville, 1814

Podrodzina Macominae Olsson, 1961

Rodzaj *Macoma* Leach, 1919

Podrodzaj *Macoma (Psammacoma)* Dall, 1900

Macoma (Psammacoma) elliptica (Brocchi, 1814)

1970 *Macoma elliptica* (Brocchi, 1814); Bałuk, str. 139, pl. 7, fig. 11a, b.

1993 *Macoma (Psammacoma) elliptica* (Brocchi, 1814); Niewesskaja i in., str. 313, pl. 74, fig. 13, 14.

1998 *Macoma elliptica* Brocchi, 1814; Tomašových, str. 372, cum. syn.

2005 *Macoma (Psammacoma) elliptica* (Brocchi, 1814) s.l.; Schultz, str. 721–722, pl. 99, fig. 6.

2011 *Macoma elliptica* (Brocchi, 1814); Harzhauser i in., str. 224–225, fig. 13.5–6.

Materiał. – Busko (Młyny) PIG-1 – dwie skorupki (próbka z głęb. 142,60 m), trzy muszle (142,80 m), prawa skorupka i dwie muszle (144,30 m).

Uwagi. – Okazy z rdzenia otworu wiertniczego Busko (Młyny) PIG-1 są całkowicie zgodne z opisami i ilustracjami zamieszczonymi w pracach cytowanych w synonimice. Gatunek ten jest rzadko spotykany w osadach miocenu Polski, dotychczas odnotowano go z utworów górnego badenu Niskowej (Bałuk, 1970). Najstarsze znaleziska *Macoma (Psammacoma) elliptica* z obszaru Paratetydy Środkowej pochodzą z osadów górnego oligocenu (egeru) Moraw w Czechach (Schultz, 2005). W Paratetydzie Wschodniej znany tylko z utworów środkowego miocenu (karagan i konka) Kazachstanu (Niewesskaja i in., 1993). Informacje o rozprzestrzenieniu tego gatunku w Paratetydzie (eger–baden) oraz w prowincjach atlantyckiej i medyterańskiej (wczesny oligocen–plejstocen) podał Schultz (2005).

Zasięg stratygraficzny. – Dolny oligocen (rupel)–plejstocen.

Rodzina **Semelidae** Stoliczka, 1870

Rodzaj *Abra* Leach w Lamarck, 1818

Podrodzaj *Abra (Syndosmya)* Récluz, 1843

Abra (Syndosmya) reflexa (Eichwald, 1830)

Fig. 6

1899 *Syndesmya reflexa* Eichw.; Sokolow, str. 31, pl. 4, fig. 9–13.

1934 *Syndesmya reflexa* Eichw.; Friedberg, str. 44–46, pl. 8, fig. 3–6.

1971 *Abra reflexa* (Eichwald, 1830); Švagrovský, str. 169–170, pl. 15, fig. 1–8.

1993 *Abra reflexa* (Eichwald); Niewesskaja i in., str. 319, pl. 75, fig. 20–23.

1996 *Abra (Syndosmya) reflexa* (Eichwald, 1830); Jakubowski i in., str. 695, pl. 210, fig. 7, 8.

2005 *Abra (Syndosmya) reflexa* (Eichwald, 1830); Schultz, str. 746–748, pl. 102, fig. 1a, b, 2a, b.

Materiał. – Busko (Młyny) PIG-1 – trzy skorupki (próbka z głęb. 53,20 m), liczne muszle (68,50 m), liczne odlewy zewnętrzne muszli (70,50 m), odlewy skorupki, na nielicznych widoczna delikatna skorupka (72,40 m), pojedyncze zdeformowane muszle (93,80 m), pojedyncze muszle o skorupkach nieco przesuniętych względem siebie (104,10 i 105,10 m), pięć skorupki i fragment drewna o szerokości rdzenia (105,80 m), cała powierzchnia rdzenia pokryta skorupkami, łożewie rozpada się wzdłuż lamin (106,70–106,75 m), pojedyncze zamknięte skorupki nieco przesunięte względem siebie (108,20 m), pojedyncze muszle (109,10 m); Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1 – skorupka (92,10 m), muszla (98,90 m), dwie muszle (104,70 m), trzy spłaszczone muszle (119,50 m), odlew naturalny muszli z fragmentarycznie zachowaną skorupką, skorupki przesunięte pionowo względem siebie (135,80 m), trzy muszle (136,80 m), dwie bardzo zgniecione muszle (140,80 m), odlew wewnętrzny muszli z fragmentarycznie zachowaną skorupką (145,40 m), skorupka i odlew muszli (147,50 i 148,50 m) i odcisk skorupki (150,80 m).

Uwagi. – Okazy z rdzeni z otworów wiertniczych Busko (Młyny) PIG-1 i Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1 są całkowicie zgodne z ilustracjami sarmackich okazów z południowej Rosji, które Sokolow (1899) porównał z osobnikami z kolekcji Eichwalda, przechowywanymi w zbiorach muzeum geologicznego Uniwersytetu w St. Petersburgu. Ten endemiczny gatunek, charakterystyczny dla osadów facji ilastej dolnego sarmatu Paratetydy (Kojumdgieva i in., 1989; Niewesskaja i in., 1993), jest bardzo zbliżony do małża *Abra (Syndosmya) alba scythica* (Sokolov, 1899) opisanego z osadów konki z Zaporozża na Ukrainie. Muszle *Abra (Syndosmya) reflexa* różnią się od form określonych przez Sokolowa (1899) jako *Syndosmya scythica* bardziej trójkątnym zarysem i obecnością krawędzi biegnącej skośnie od wierzchołka w kierunku brzożu tylno-brzusznego.

Gatunek *Abra (Syndosmya) reflexa* jest również bardzo bliski *Abra (Syndosmya) alba alba* (Wood, 1802), którego osobniki mają krótszą, bardziej owalną muszlę. Współcześni przedstawiciele tego gatunku zasiedlają ilaste dno Morza Czarnego na głębokości 60–70 m, nierzadko tworzą większe skupiska osobników. Masowo pojawiają się na obszarach o stałej temperaturze, tam gdzie nie zaznacza się wpływ prądów i falowania, wytrzymują czasowe obniżenie zawartości tlenu w wodzie (nasycenie nie wyższe niż 5–6%) do siedmiu dób, a nawet obecność siarkowodoru (Niewesskaja, 1965). Występowanie *Abra (S.) alba alba* stwierdzono w Morzu Norweskim, w Bałtyku, w wodach wokół Wysp Brytyjskich, wzdłuż wschodnich wybrzeży Atlantyku, wokół Półwyspu Iberyjskiego i afrykańskich wybrzeży aż do Senegalu (Tebble, 1966), w Morzu Śródziemnym, w Morzu Marmara (Albayrak i in., 2004) i w Morzu Czarnym (Niewesskaja, 1965).

Stan zachowania delikatnych skorupki *Abra (S.) reflexa* w badanym materiale i obecność zamkniętych muszli wskazują, że gatunek ten – podobnie jak współczesny *A. (S.) longicallus* (Scacchi, 1834), którego typowym siedliskiem jest

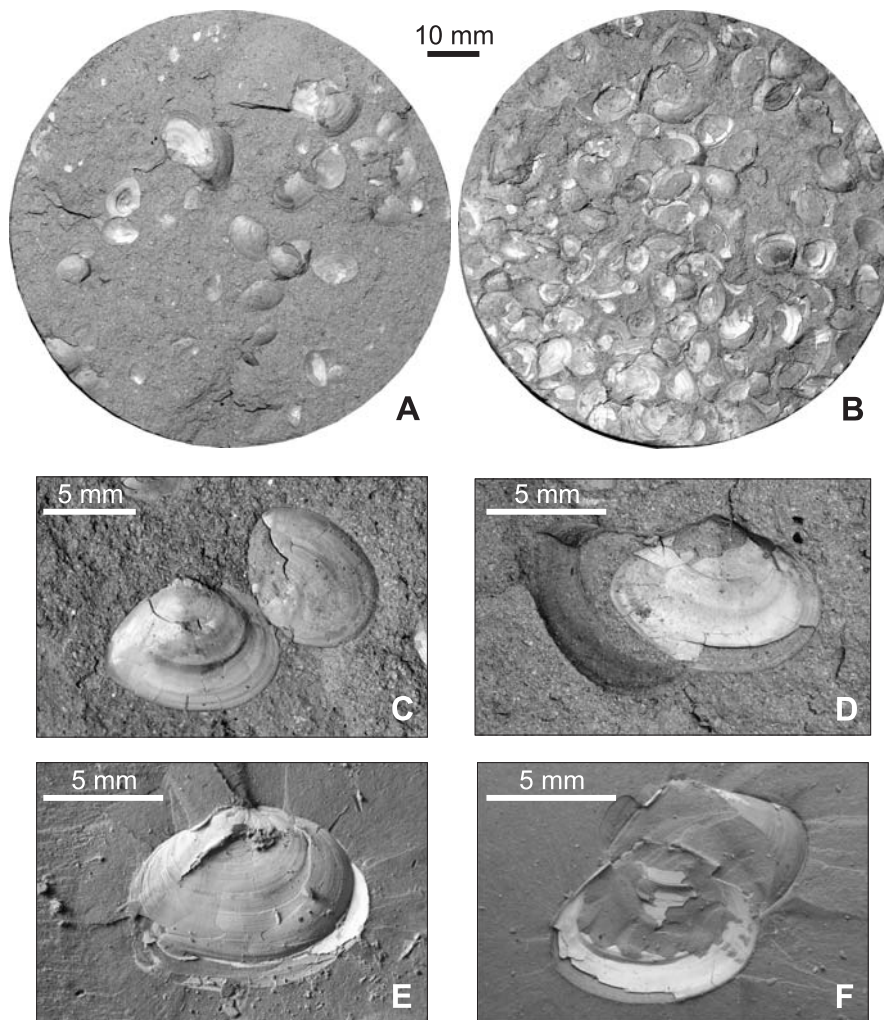


Fig. 6. *Abra (Syndosmya) reflexa* (Eichwald, 1830). A–D – otwór wiertniczy Busko (Młyny) PIG-1 (dolny sarmat, formacja z Machowa), E–F – otwór wiertniczy Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1 (dolny sarmat, formacja z Machowa) (fot. D. Nast)

A. Liczne muszle na powierzchni stropowej bezstrukturalnego wapienistego iłowca, głęb. 106,70 m (MZ VIII MI-3859/1). B. Nagromadzenie muszli na powierzchni stropowej bezstrukturalnego wapienistego iłowca, głęb. 106,80 m (MZ VIII MI-3859/2). C. Powierzchnia zewnętrzna muszli, głęb. 106,75 m. D. Powierzchnia zewnętrzna prawej skorupki, głęb. 106,80 m. E. Muszla z nieco przesuniętymi skorupkami, widok od strony skorupki prawej, głęb. 136,80 m (MZ VIII MI-3862/1). F. Lewa skorupka od wewnątrz, głęb. 147,50 m (MZ VIII MI-3862/2)

Abra (Syndosmya) reflexa (Eichwald, 1830). A–D – Busko (Młyny) PIG-1 borehole (Lower Sarmatian, Machów Fm.), E–F – Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1 borehole (Lower Sarmatian, Machów Fm.) (photo by D. Nast)

A. Shells on the top bed surface of structureless marly claystones, depth 106.75 m (MZ VIII MI-3859/1). B. Accumulation of shells on the top bed surface of structureless marly claystones, depth 106.80 m (MZ VIII MI-3859/2). C. Exterior view of shell, depth 106.70 m. D. Exterior view of right valve, depth 106.80 m. E. Shell, exterior view of right valve, depth 136.80 m (MZ VIII MI-3862/1). F. Interior view of left valve, depth 147.50 m (MZ VIII MI-3862/2)

muliste dno na głębokości 60–1200 m w Morzu Północnym – prowadził osiadły tryb życia i leżał na lewej skorupce, zagrzebany na głębokość kilku centymetrów (zob. Wikander, 1980). Znajdowane otwarte muszle *A. (S.) reflexa*, połączone jedynie słabym wiązadłem, świadczą o bardzo krótkim pośmiertnym transporcie.

Zasięg stratygraficzny. – Środkowy miocen (górna konka–dolny środkowy sarmat).

Rodzina **Corbulidae** Lamarck, 1818
Podrodzina **Corbulinae** Gray, 1823

Rodzaj *Corbula* Bruguière, 1797
Podrodzaj *Corbula (Varicorbula)* Grant et Gale, 1931

Corbula (Varicorbula) cf. *gibba* (Olivi, 1792)

Materiał. – Busko (Młyny) PIG-1 – jedna źle zachowana skorupka (próbka z głęb. 195,40 m).

Uwagi. – Gatunek częsty w utworach badenu zapadliska przedkarpackiego w Polsce (Bałuk, 1970; Studencka, 1986; Jakubowski i in., 1996; Studencka i in., 1998). Najstarsze znaleziska *Corbula (Varicorbula) gibba* z obszaru Paratetydy

Środkowej pochodzą z osadów górnego oligocenu (dolnego egeru) Austrii (Harzhauser, Mandic, 2001). Informacje o rozprzestrzenieniu tego gatunku w Paratetydzie Środkowej (eger–baden) oraz w prowincji atlantyckiej i medyterańskiej (eocen–holocen) podał Schultz (2005), a na terenie Paratetydy Wschodniej (dolny miocen–konka) – Niewesskaja i in. (1993). Współczesny zasięg geograficzny *Corbula (Varicorbula) gibba* obejmuje Morze Norweskie, wody wokół Wysp Brytyjskich, wschodnie wybrzeża Atlantyku wzdłuż Półwyspu Iberyjskiego i zachodnich wybrzeży Afryki aż do Angoli (Tebble, 1966). Gatunek ten jest znany także z Morza Śródziemnego i Morza Czarnego (Poppe, Goto, 1993).

Nadrodzina Poromyoidea Dall, 1886

Rodzina **Cuspidariidae** Dall, 1866

Rodzaj *Cuspidaria* Nardo, 1840

Cuspidaria rostrata (Spengler, 1793)

Fig. 7

1909 *Cuspidaria rostrata* Spengl.; Cerulli-Irelli, str. 181, pl. 21, fig. 42, 43.

part. 1956 *Cuspidaria cuspidata* (Olivi) var.; Krach, Nowak, str. 33–34, pl. 1, fig. 3, 11.

1966 *Cuspidaria (Cuspidaria) rostrata* (Spengler); Tebble, str. 204, tekst – fig. 108b.

2002 *Cuspidaria rostrata* (Spengler, 1792); Merle i in., fig. 3A.

Materiał. – Busko (Młyny) PIG-1 – jedna muszla (próbka z głęb. 143, 60 m).

Uwagi. – Gatunek bardzo rzadki w stanie kopalnym. Dotychczas odnotowany z osadów górnego miocenu (mesynu) Cypru (Merle i in., 2002), pliocenu (piacentu) Włoch (Sacco, 1901) i dolnego plejstocenu Monte Mario w Rzymie (Cerulli-Irelli, 1909). Prawdopodobnie okazy z utworów dolnego miocenu (burdygału) w Saucats (Akwitania, Francja) oznaczone jako *Cuspidaria benoisti* Cossmann, 1895 należą do tego gatunku (zob. Cossmann, Peyrot, 1909). Okaz z rdzenia z otworu wiertniczego Busko (Młyny) PIG-1 jest identyczny z osobnikami *Cuspidaria rostrata* opisanymi przez Tebble'a (1966) z osadów głębokich wód wokół wybrzeży Szkocji i Irlandii. Również okazy z utworów ilastych dolnego badenu okolic Andrychowa oznaczone jako *Cuspidaria cuspidata* (Olivi, 1972) var. (Krach, Nowak, 1956) stanowią formy podobne do *Cuspidaria rostrata*, a zdecydowanie różne od tych, które Olivi nazwał *cuspidata*.

Gatunkiem zbliżonym do *Cuspidaria rostrata* jest *Cuspidaria cuspidata* (Olivi, 1792), którego osobniki mają muszle bardziej równoboczne, wyższe, z bardziej stromym brzegiem przednim i silnie zaznaczoną częścią przywierzchołkową, przez co zarys przedniej części muszli *Cuspidaria*

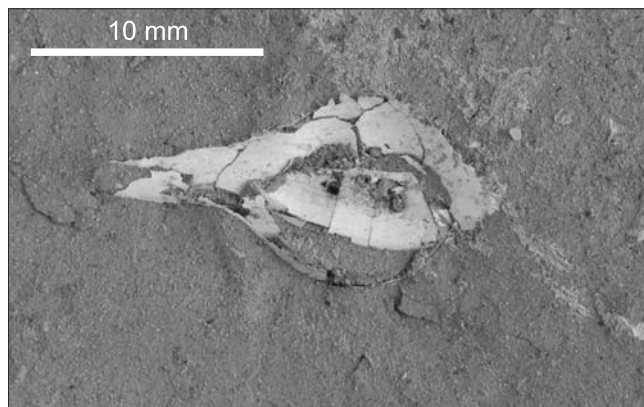


Fig. 7. *Cuspidaria rostrata* (Spengler, 1793) – otwór wiertniczy Busko (Młyny) PIG-1 (głęb. 143,60 m, dolny baden, formacja z Pińczowa). Muszla, widok od strony lewej skorupki (MZ VIII MI-3860) (fot. D. Nast)

Cuspidaria rostrata (Spengler, 1793), from the Busko (Młyny) PIG-1 borehole (depth 143.60 m, Lower Badenian, Pińczów Fm.). Articulated shell, exterior view of left valve (MZ VIII MI-3860) (photo by D. Nast)

cuspidata jest trójkątny. U *Cuspidaria rostrata* ta część muszli jest niższa, owalna w zarysie i ma słabo zaznaczoną część przywierzchołkową. W odróżnieniu od *Cuspidaria cuspidata* wyrostek tylnej wąskiej części muszli u *Cuspidaria rostrata* jest węższy i dłuższy.

Współczesny zasięg geograficzny *Cuspidaria rostrata* obejmuje Morze Północne, wody wokół Wysp Brytyjskich, Wyspy Kanaryjskie i Azory oraz wschodnie wybrzeża Atlantyku aż do Sierra Leone i Liberii (Tebble, 1966). Znany jest również z Morza Śródziemnego, Adriatyku (Cerulli-Irelli, 1909) i Morza Marmara (Albayrak i in., 2004). W Morzu Marmara żyje w wodach o zasoleniu 38,4–38,6‰ i zasiedla ilaste dno na głębokości 56–105 m.

Zasięg stratygraficzny. – ?Dolny miocen (burdygał)–holocen.

Podziękowania. Słowa wdzięczności kieruję do mego kolegi Dariusza Nasta za wykonanie wszystkich zdjęć małżów. Za cenne uwagi merytoryczne dziękuję dr. Marciniowi Górcie (Wydział Geologii Uniwersytetu Warszawskiego) i dr. Markowi Jasionowskiemu (Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy).

Opracowanie wykonano na zamówienie ministra środowiska za środki finansowe wypłacone przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz ze środków statutowych PIG-PIB (projekt nr 6.94.0005.00.0).

LITERATURA

- ALBAYRAK S., BALKIS H., BALKIS N., 2004 — Bivalvia (Mollusca) fauna of the Sea of Marmara. *Acta Adriat.*, **45**: 9–24.
- BALUK W., 1970 — Dolny torton Niskowej koło Nowego Sącza. *Acta Geol. Pol.*, **20**: 101–157.
- BOHN-HAVAS M., 1983 — Novel Sarmatian *Cardium* species from the Zsambek Basin (borehole Budajenö 2) [po węgiersku, angielskie streszczenie]. *Magyar All. Földt. Int. Evi Jel.*, **1982**: 335–367.
- BOHN-HAVAS M., BÁLDI T., KÓKAY J., HALMAI J., 1987 — Pectenid assemblage zones of the Miocene in Hungary. *Ann. Inst. Geol. Publ. Hungarici*, **70**: 441–446.
- CEREGATO A., RAFFI S., SCARPONI D., 2007 — The circalittoral/bathyal paleocommunities in the Middle Pliocene of Northern Italy. The case of the *Korobkovia oblonga*–*Jupiteria concava* paleocommunity type. *Geobios*, **40**: 555–572.
- CERULLI-IRELLI S., 1909 — Fauna malacologica Mariana. Part 3. *Palaeontogr. Ital.*, **15**: 125–213.
- COSSMANN M., PEYROT A., 1909 — Conchologie néogénique de l'Aquitaine. Vol. 1. Pélécy-podes: 1–220. Saugnac, Bordeaux.
- CZAPOWSKI G., 1994 — Sedimentation of Middle Miocene marine complex from the area near Tarnobrzeg (north-central part of the Carpathian Foredeep). *Geol. Quart.*, **38**, 3: 577–592.
- CZAPOWSKI G., GAŚIEWICZ A., 2015 — Wykształcenie, stratygrafia i środowiska depozycji utworów pogranicza badenu i sarmatu z SW otoczenia Gór Świętokrzyskich – profile otworów badawczych Busko (Młyny) PIG-1 i Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **461**: 9–52.
- CZAPOWSKI G., STUDENCKA B., 1990 — Studium sedimentologiczno-paleontologiczne osadów barierowych dolnego sarmatu w rejonie Chmielnika (południowe obrzeżenie Gór Świętokrzyskich). *Prz. Geol.*, **38**, 3: 117–127.
- CZARNOCKI J., 1935 — O ważniejszych zagadnieniach stratygrafii i paleogeografii polskiego tortonu. *Spraw. Państw. Inst. Geol.*, **8**: 99–206.
- DEPÉRET Ch., ROMAN R., 1928 — Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines. *Mm. Soc. géol. France*, Nouv. sér., **4**: 169–194.
- Di GERONIMO I., La PERNA R., 1997 — Pleistocene bathyal molluscan assemblages from Southern Italy. *Riv. Ital. Paleont. Stratigr.*, **103**: 389–426.
- DIJKSTRA H.H., GOFAS S., 2004 — Pectinoidea (Bivalvia: Propeamussiidae and Pectinidae) from some northeastern Atlantic seamounts. *Sarsia*, **89**: 33–78.
- DIJKSTRA H.H., GOUD J., 2002 — Pectinoidea (Bivalvia, Propeamussiidae & Pectinidae) collected during the Dutch CANCAP and MAURITANIA expeditions in the south-eastern region of the North Atlantic Ocean. *Basteria*, **66**: 31–82.
- EICHWALD E., 1830 — Naturhistorische Skizze von Lithauen, Vohlynien und Podolien in geognostisch-mineralogischer, botanischer und zoologischer Hinsicht: 1–265. Zawadzki, Vilnae.
- FRIEDBERG W., 1932 — Die Pectiniden des Miocäns von Polen und ihre stratigraphische Bedeutung. *Bull. Int. Acad. Pol. Sci. Lett., Cl. Sci. Math. Nat.*, Sér. B, **5–6**: 47–66, 113–122.
- FRIEDBERG W., 1934 — Mięczaki miocenijskie Ziemi Polskiej. Cz. 2. Małże. Z. 1: 1–158. Pol. Tow. Geol., Kraków.
- FRIEDBERG W., 1936 — Mięczaki miocenijskie Ziemi Polskiej. Cz. 2. Małże. Z. 2: 159–284. Pol. Tow. Geol., Kraków.
- GAŚIEWICZ A., CZAPOWSKI G., PARUCH-KULCZYCKA J., 2004 — Granica baden–sarmat w zapisie geochemicznym osadów w północnej części zapadliska przedkarpackiego – implikacje stratygraficzne. *Prz. Geol.*, **52**, 5: 413–420.
- GÓRKA M., STUDENCKA B., JASIONOWSKI M., HARA U., WYSOCKA A., POBEREZHSKY A., 2012 — The Medobory Hills (Ukraine): Middle Miocene reef systems in the Paratethys, their biological diversity and lithofacies. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **449**: 147–174.
- HARZHAUSER M., MANDIC O., 2001 — Late Oligocene gastropods and bivalves from the Lower and Upper Austrian Molasse Basin. *Österr. Akad. Wiss., Schriftenreihe Erdwiss. Komm.*, **14**: 671–795.
- HARZHAUSER M., PILLER W.E., 2007 — Benchmark data of a changing sea – palaeogeography, palaeobiogeography and events in the Central Paratethys during the Miocene. *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol.*, **253**: 8–31.
- HARZHAUSER M., MANDIC O., SCHLÖGL J., 2011 — A late Burdigalian bathyal mollusc fauna from the Vienna Basin (Slovakia). *Geol. Carpath.*, **62**: 211–231.
- HÖRNES M., 1859 — Die fossilen Mollusken des Tertiärbeckens von Wien. Bd. 2. Bivalven. Fasc. 1. *Abh. Geol. Reich.*, **3**: 1–116.
- JAKUBOWSKI G., MUSIAŁ T., 1977 — Lithology and fauna from the Upper Tortonian sands of Monastyrz and Długi Goraj (Southern Roztocze Poland). *Pr. Muz. Ziemi*, **26**: 63–126.
- JAKUBOWSKI G., STUDENCKA B., URBANIAK J., 1996 — Gromada Bivalvia Linnaeus, 1758. W: Budowa geologiczna Polski. T. 3. Atlas skamieniałości przewodnich i charakterystycznych. Cz. 3a. Kenozoik: trzeciorzęd, neogen (red. L. Malinowska, M. Piwocki): 663–703. Pol. Agen. Ekol., Warszawa.
- JURKIEWICZ H., KARNKOWSKI P., 1961 — Poziom spiralisowy w tortonie przedgórza Karpat. *Prz. Geol.*, **9**, 1: 24–27.
- KOJUMDIEVA E., 1969a — Les fossiles de Bulgarie, VIII, Sarmatien. *Acad. Sci. Bulgarie, Sofia*.
- KOJUMDIEVA E., 1969b — Quelques Pectinidés du Tortonien de la Bulgarie. *Bull. Geol. Inst., Ser. Paleont.*, **18**: 83–88.
- KOJUMDIEVA E., STRACHIMIROV B., 1960 — Les fossiles de Bulgarie, VII, Tortonien. *Acad. Sci. Bulgarie, Sofia*.
- KOJUMDIEVA E.I., PARAMONOVA N.P., BELOKRYS L.S., MUSKHELISHVILI L.V., 1989 — Biostratigraphic subdivision of the Sarmatian after molluscs. *Geol. Carpath.*, **40**: 81–84.
- KOLESNIKOV W.P., 1935 — Sarmatische Mollusken [po rosyjsku, niemieckie streszczenie]. *Paläontologie der USSR*, **10**: 1–416.
- KOVÁČ M., ANDREYEVA-GRIGOROVICH A., BAJRAKTA-REVIĆ Z., BRZOBOHATÝ R., FILIPESCU S., FODOR L., HARZHAUSER M., OSZCZYPKO N., NAGYMAROSY A., PAVELIĆ D., RÖGL F., SAFTIĆ B., SLIVA L., STUDENCKA B., 2007 — Badenian evolution of the Central Paratethys Sea: paleogeography, climate and eustatic sea level changes. *Geol. Carpath.*, **58**: 479–606.
- KOWALEWSKI K., 1930 — Stratygrafia miocenu okolic Korytnicy w porównaniu z trzeciorzędem pozostałych obszarów gór Świętokrzyskich. *Spraw. Państw. Inst. Geol.*, **6**: 1–211.
- KOWALEWSKI K., 1958 — Stratygrafia miocenu południowej Polski ze szczególnym uwzględnieniem południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. *Kwart. Geol.*, **2**, 1: 3–43.
- KOWALEWSKI K., 1966 — Miocen odcinków południowosandomierskiego, tarnobrzeskiego i chmielowsko-baranowskiego i ich stosunek do obszarów sąsiednich. *Biul. Inst. Geol.*, **nienumerowany**: 7–143.
- KRACH W., 1954 — Charakterystyka faunistyczna miocenu wsi Makoszowy na Górnym Śląsku. *Biul. Inst. Geol.*, **71**: 119–132.
- KRACH W., 1957 — Przegrzebki (Pectinidae) z miocenu Górnego Śląska. *Acta Geol. Pol.*, **7**: 321–359.

- KRACH W., 1958 — Znaczenie makrofauny w stratygrafii miocenu Polski. *Kwart. Geol.*, **2**, 1: 44–53.
- KRACH W., 1962 — Zarys stratygrafii miocenu Polski południowej. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **32**: 529–557.
- KRACH W., 1979 — Pectinids in Badenian of Poland and Western Ukraine. *Ann. Géol. Pays Hellén., Hors sér.*, **2**: 663–671.
- KRACH W., 1981 — Badeńskie utwory rafowe na Roztoczu Lubelskim. *Pr. Geol. Kom. Nauk. Geol. PAN Oddz. w Krakowie*, **121**: 5–115.
- KRACH W., KSIAŹKIEWICZ M., 1949 — Dolny torton w Benczynie koło Wadowic. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **18**: 273–291.
- KRACH W., NOWAK W., 1956 — Miocen okolic Andrychowa. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, **25**: 9–54.
- LASKAREW W., 1903 — Die Fauna der Buglowka-Schichten in Volhynien [po rosyjsku, niemieckie streszczenie]. *Trudy Geol. Kom., Now. Ser.*, **5**: 1–127.
- MANDIC O., 2003 — Bivalves of the Karpatian in the Central Paratethys. *W: The Karpatian – a Lower Miocene stage of the Central Paratethys* (red. R. Brzobohaty i in.): 217–227. Masaryk Univ., Brno.
- MANDIC O., 2005 — Toward the new regional Central Paratethys pectinid bivalve zonation. *W: 12th Congress R.C.M.N.S.*, 6–11 September 2005, Vienna. Program, Abstracts & Participants: 156–160. Univ. Vienna, Nat. Hist. Mus. Vienna, Vienna.
- MARQUET R., 2002 — The Neogene Amphineura and Bivalvia (Protobranchia and Pteriomorphia) from Kallo and Doel (Oost-Vlaanderen, Belgium). *Palaeontos*, **2**: 1–100.
- MERLE D., LAURIAT-RAGE A., GAUDANT J., PESTREA S., COURME-RAULT M.-D., ZORN I., BLANC-VELLERON M.-M., ROUCHY J.-M., ORSZAG-SPERBER F., KRIJGSMAN W., 2002 — Les paléopeuplements marins du Messinien pré-évaporitique du Pissouri (Chypre, Méditerranée orientale): aspects paléocéologique précédant la crise de salinité messinienne. *Geodiversitat*, **24**: 669–689.
- MOORE C.R. (red.), 1969 — Treatise on invertebrate paleontology. Part N. Mollusca, Bivalvia. Geol. Soc. America, Kansas.
- NEVESSKAJA [= NIEWESSKAJA] L.A., GONCHAROVA I.A., ILJINA L.B., 2005 — Types of Neogene marine and nonmarine basins exemplified by the Eastern Paratethys. *Paleont. J. [Paleonologiczskij žurnal]*, **3**: 3–12.
- NEY R., BURZEWSKI W., BACHLEDA T., GÓRECKI W., JAKÓBCZAK K., ŚLUPCZYŃSKI K., 1974 — Zarys paleogeografii i rozwoju litologiczno-facjalnego utworów miocenu zapadliska przedkarpackiego. *Pr. Geol. Kom. Nauk. Geol. PAN Oddz. w Krakowie*, **82**: 3–65.
- NICORICI E., 1977 — Les Pectinidés badéniens de Roumanie. *Mém. Ins. Géol. Géoph.*, **26**: 119–159.
- NIEWESSKAJA [= NEVESSKAJA] L.A., 1965 — Pozdnieczetwierticnyje dwustworczatyje moliuski Czernogo Moria, ich sistematika i ekologija. *Trudy PIN AN SSSR*, **105**: 1–388.
- NIEWESSKAJA [= NEVESSKAJA] L.A., GONCHAROVA I.A., PARAMONOWA N.P., POPOV S.W., BABAK E.W., BAGDASARJAN K.G., WORONINA A.A., 1993 — Opredieliteli miocenowych dwustworczatych moliuskow Jugo-Zapadnoj Jewrazji. *Trudy PIN RAN*, **247**: 1–412.
- PAPP A., 1958 — Morphologisch-genetische studien an Mollusken des Sarmats von Wiesen (Burgenland). *Wiss. Arb. Burgenland*, **22**: 5–39.
- PARAMONOWA [= PARAMONOVA] N.P., 1994 — Istoriya sarmatskich i akchagylskikh dwustvorchatykh molluskov. *Trudy PIN RAN*, **260**: 1–212.
- POPPE G.T., GOTO Y., 1993 — European seashells. Vol. 2. Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda. Christa Hemmen Verlag, Wiesbaden.
- POPOV S.V., RÖGL F., ROZANOV A.Y., STEININGER F.F., SHCHERBA I.G., KOVÁČ M., 2004 — Lithological-paleogeographic maps of Paratethys. 10 maps Late Eocene to Pliocene. *Cour. Forschungsinst. Senckenberg*, **250**: 1–46.
- RÖGL F., 1998 — Paleogeographic Considerations for Mediterranean and Paratethys Seaways (Oligocene to Miocene). *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, **99A**: 279–310.
- SACCO F., 1897 — I Molluschi die terreni terziarii del Piemonte e della Liguria. Parte 24. Carlo Clausen. Libr. l'Accad. Sci., Torino.
- SACCO F., 1901 — I Molluschi die terreni terziarii del Piemonte e della Liguria. Parte 29. Carlo Clausen. Libr. l'Accad. Sci., Torino.
- SCHULTZ O., 2001 — Bivalvia neogenica (Nuculacea-Unionacea). *W: Catalogus Fossilium Austriae* (red. W.E. Piller). Bd. 1. T. 1: 1–380. Verlag Österr. Akad. Wiss., Wien.
- SCHULTZ O., 2003 — Bivalvia neogenica (Nuculacea-Unionacea). *W: Catalogus Fossilium Austriae* (red. W.E. Piller). Bd. 1. T. 2: 381–690. Verlag Österr. Akad. Wiss., Wien.
- SCHULTZ O., 2005 — Bivalvia neogenica (Nuculacea-Unionacea). *W: Catalogus Fossilium Austriae* (red. W.E. Piller). Bd. 1. T. 3: 691–1211. Verlag Österr. Akad. Wiss., Wien.
- SENEŠ J., 1958 — Pectunculus-Sande und Egerer Faunentypus im Tertiär bei Kováčov im Karpatenbecken. *Geol. pr., Monogr. sér.*, **1**: 1–232.
- SOKOLOV [= SOKOLOV] N., 1899 — Die Schichten mit *Venus konkensis* am Flusse Konka [po rosyjsku, niemieckie streszczenie]. *Trudy Geol. Kom.*, **9**: 1–96.
- STUDENCKA B., 1986 — Bivalves from the Badenian (Middle Miocene) marine sandy facies of southern Poland. *Palaeont. Pol.*, **47**: 3–128.
- STUDENCKA B., 1994 — Middle Miocene bivalve faunas from the carbonate deposits of Poland (Central Paratethys). *Geol. Mediterr.*, **21**: 137–145.
- STUDENCKA B., 1999 — Remarks on Miocene bivalve zonation in the Polish part of the Carpathian Foredeep. *Geol. Quart.*, **43**, 4: 467–477.
- STUDENCKA B., JASIONOWSKI M., 2011 — Bivalves from the Middle Miocene reefs of Poland and Ukraine: a new approach to Badenian/ Sarmatian boundary in the Paratethys. *Acta Geol. Pol.*, **61**: 79–114.
- STUDENCKA B., STUDENCKI W., 1980 — Nowe stanowisko fauny miocenijskiej. *Prz. Geol.*, **28**, 12: 690–692.
- STUDENCKA B., STUDENCKI W., 1988 — Middle Miocene (Badenian) bivalves from the carbonate deposits of the Wójcza-Pińczów Range (southern slopes of the Holy Cross Mountains, Central Poland). *Acta Geol. Pol.*, **38**: 1–45.
- STUDENCKA B., GONTSHAROVA I.A., POPOV S.V., 1998 — The bivalve faunas as a basis for reconstruction of the Middle Miocene history of the Paratethys. *Acta Geol. Pol.*, **48**: 285–342.
- ŠVAGROVSKÝ J., 1971 — Der Sarmat der Tschechoslowakei und Seine Molluskenfauna. *Acta Geol. Geogr. Univ. Comeniana, Geol.*, **20**: 1–473.
- ŠVAGROVSKÝ J., 1981 — Lithofazielle Entwicklung und Molluskenfauna des oberen Badeniens (Miozän M4d) in dem Gebiet Bratislava-Devínska Nová Ves. *Záp. Karp., ser. Paleont.*, **7**: 5–203.
- TEBBLE N., 1966 — British bivalve seashells. A handbook for identification. British Mus. (Nat. Hist.), London.
- TOMAŠOVÝCH A., 1998 — Bádenské mäkkýše z tehelne Devínska Nová Ves (Bratislava, Slovensko). *Miner. Slov.*, **30**: 357–386.
- TÓTH E., GÖRÖG A., LÉCUYER C., MOISSETTE P., BALTER B., MONOSTORIM., 2010 — Palaeoenvironmental reconstruction

- of the Sarmatian (Middle Miocene) central Paratethys based on palaeontological and geochemical analyses of foraminifera, ostracods, gastropods and rodents. *Geol. Mag.*, **147**: 299–314.
- TOULA F., 1900 — Über den marinen Tegel von Neudorf an der March (Dévény-Ujfalú) in Ungarn. *Verhandl. Ver. Nat. Heilkunde*, **20**: 3–30.
- WIKANDER P.B., 1980 — Biometry and behaviour in *Abra nitida* (Müller) and *A. longicallus* (Scacchi) (Bivalvia, Tellinidae). *Sarsia*, **65** (3–4): 255–268.
- ZISZCZENKO [= ZHIZHCHEKNO] B.P., 1953 — Pectinidae miocena Czernowickiego rajona. *Trudy VNIIGAZ*: 225–242. Gostoptechizdat. Moskwa.

SUMMARY

The paper presents a bivalve assemblage from basin deposits of the western part of the Carpathian Foredeep which, throughout the Miocene, was incorporated into the vast intra-continental Paratethys Sea. The fossil material was derived from drill cores of two research boreholes – Busko (Młyny) PIG-1 and Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1 (Fig. 1). Paleontological research was focused on the uppermost part of the Pińczów Fm. – Busko (Młyny) PIG-1, Machów Fm. – Busko (Młyny) PIG-1 and Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1, and Chmielnik Fm. – Busko (Młyny) PIG-1. In total, 56 samples were analysed: 32 samples from the Busko (Młyny) PIG-1 borehole and 24 samples from the Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1 borehole (Fig. 2). The study revealed 12 bivalve species: *Nucula* (*Nucula*) *nucleus* (Linnaeus), *Delectopecten vitreus* (Gmelin) (Fig. 3), *Lentipecten corneus denudatus* (Reuss) (Fig. 4), *Inaequicostata* cf. *politioanei* (Jekelius) (Fig. 5), *Obsoletiforma vindobonensis* (Laskarew), *Plicatiforma pseudoplicata* (Friedberg), *Ervilia podolica* (Eichwald), *Ervilia trigonula* Sokolov, *Abra* (*Syndosmya*) *reflexa* (Eichwald) (Fig. 6), *Macoma* (*Psammacoma*) *elliptica* (Brocchi), *Corbula* (*Varicorbula*) cf. *gibba* (Olivi) and *Cuspidaria rostrata* (Spengler) (Fig. 7). Particular attention was put on the taxa defining the Badenian/ Sarmatian boundary within the the Machów Fm.

The terminal Badenian was characterised by a regression that led to shallowing and local emersion (Kováč *et al.*, 2007; Tóth *et al.*, 2010; Studencka, Jasionowski, 2011; Górka *et al.*, 2012). It appears that the Badenian succession in most sections of the Central Paratethys is incomplete: its uppermost part has been eroded and the Sarmatian deposits overlie the Badenian ones with an erosional unconformity (Kováč *et al.*, 2007). Whereas, the western part of the Carpathian Foredeep represents one of few areas within the Central Paratethys where undisturbed sedimentation of monotonous siliciclastic deposits – clays/ claystones to silts/ siltstones – continued throughout the Late Badenian and Early Sarmatian (see Ney *et al.*, 1974; Czapowski, 1994; Gąsiewicz *et al.*, 2004).

Pińczów Formation (equivalent of Skawina Formation). The deposits of this formation occur in the core interval 188.00–200.00 m from the Busko (Młyny) PIG-1 borehole. Three bivalve species were found therein: *Nucula* (*Nucula*) *nucleus* (Linnaeus), *Lentipecten corneus denudatus* (Reuss) and *Corbula* (*Varicorbula*) cf. *gibba* (Olivi). The scallop species *Lentipecten corneus denudatus* found at a depth of 195.40 m confirms the Early Badenian age of the Pińczów

Fm., being a representative of the group of 11 scallop species, the occurrence of which is limited to the Lower Badenian strata in Poland (see Studencka, 1999).

Machów Formation. The deposits of this formation occur in the core interval 34.00–157.50 m from the Busko (Młyny) PIG-1 borehole, and in core interval 27.30–188.48 m from the Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1 borehole.

Busko (Młyny) PIG-1: in the samples derived from the upper part of the Machów Fm. (depth 53.20–109.10 m) six bivalve species have been identified: *Inaequicostata* cf. *politioanei* (Jekelius), *Obsoletiforma vindobonensis* (Laskarew), *Plicatiforma pseudoplicata* (Friedberg), *Ervilia podolica* (Eichwald), *Ervilia trigonula* Sokolov and *Abra* (*Syndosmya*) *reflexa* (Eichwald). The occurrence of four species, viz. *Ervilia podolica*, *Ervilia trigonula*, *Plicatiforma pseudoplicata* and *Obsoletiforma vindobonensis* is limited to dark-grey, fine grained, cross and ripple stratified sands at the top of the succession (77.40–77.85 m). One cockle species, *Inaequicostata* cf. *politioanei*, has been found at a depth of 91.20 m. Specimens of the species *Abra* (*Syndosmya*) *reflexa*, indicative for the Lower Sarmatian, have been found in almost all samples taken from a depth of 53.20–109.10 m. They are missing only from the sandy deposits within the depth range 77.40–77.85 m. The whole depth interval 109.10–127.70 m lacks macrofossils, so the bivalve-based age determination is not possible.

Four bivalve species occur in the bottom part of the Machów Fm. (127.70–150.80 m): viz. *Nucula* (*Nucula*) *nucleus* (Linnaeus), *Delectopecten vitreus* (Gmelin), *Macoma* (*Psammacoma*) *elliptica* (Brocchi) and *Cuspidaria rostrata* (Spengler). Among these, the scallop species *Delectopecten vitreus*, characterised by its minute hyaline shells, is recorded for the first time within the Machów Fm. marly clays. The species is very rare in the fossil record. It has been known so far from the Upper Badenian of Poland (Jakubowski, Musiał, 1977; Studencka, 1986), Pliocene of the North Sea Basin (Marquet, 2002) and Lower Pleistocene of Sicily and Calabria (Di Geronimo, La Perna, 1997), whereas in the Lower Miocene of Italy it was only presumed to occur (Sacco, 1897). Moreover, the present paper documents its occurrence in the Lower Badenian of Poland (Krach, Nowak, 1956) and Upper Badenian of Slovakia (Švagróvský, 1981; Tomašových, 1998) where it was originally erroneously ascribed to *Amussium denudatum* var. *oblonga* (Philippi) and to *Palliolium* (*Palliolium*) *bittneri* (Toula), respectively. Recently, *Delectopecten vitreus* has a very wide recent geographic

distribution across the Atlantic and Indo-Pacific (Dijkstra, Goud, 2002; Dijkstra, Gofas, 2004). It also occurs in the western and central Mediterranean, inhabiting mostly deep water, occasionally to 3000 m (Ceregato *et al.*, 2007). The presence of the scallop *Delectopecten vitreus*, the most common species in this assemblage observed in 11 samples from the Busko (Młyny) PIG-1 borehole (depth 127.00–150.80 m) and in one sample from the Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1 borehole (162.80 m), proves the Late Badenian age because all scallop species living at that time (as well as other stenohaline groups) were extinct at the stress environmental conditions around the Badenian/ Sarmatian boundary (comp. Bohn-Havas *et al.*, 1987; Studencka, 1999; Studencka, Jasionowski, 2011).

Kazimierza Wielka (Donosy) PIG-1: only two bivalve species: viz. *Delectopecten vitreus* (Gmelin) and *Abra (Syndosmya) reflexa* (Eichwald) have been found in 24 samples taken from the Machów Fm deposits. The shells of the scallop *Delectopecten vitreus* were identified in one sample from a depth of 162.80 m. Whereas, of great importance is mass

accumulation of shells and internal molds of opportunistic species *Abra (Syndosmya) reflexa* in all other 23 samples taken from a depth 92.10–150.80 m. These species are characteristic for the Lower Sarmatian (Volhynian) of the Paratethys (Sokolov, 1899; Neveeskaja *et al.*, 1993; Paramonova, 1994; Schultz, 2005). The Lower Sarmatian clayey deposits of the basin facies are isochronous with sandy barrier bivalve-bearing deposits from the vicinity of Chmielnik (Studencka, Studencki, 1980; Czapowski, Studencka, 1990), as well as with marly clays (*Cardium inopinatum*–*Abra reflexa* assemblage) of the Pannonian Basin (Bohn-Havas, 1983).

Chmielnik Formation. The deposits of this formation occur in the core interval 0.30–34.00 m from the Busko (Młyny) PIG-1 borehole. Two Paratethyan bivalve species namely *Obsoletiforma vindobonensis* (Laskarew) and *Ervillea trigonula* Sokolov, were found at a depth of 20.40–21.65 m. In the Central Paratethys the two species appeared during the Late Badenian (Bałuk, 1970; Studencka *et al.*, 1998) and in the Eastern Paratethys during the Konkian (Sokolov, 1899; Neveeskaja *et al.*, 1993).