

Stefan Witold ALEXANDROWICZ*

WCZESNOHOLOCENSKIE ZESPOŁY MIĘCZAKÓW
Z PODGRODZIA NAD WISŁOKĄ

(5 fig.)

*Early Holocene molluscan assemblages from Podgrodzie on the
Wisłoka river, Poland*

(5 Figs.)

Treść. W osadach dolnego holocenu w Podgrodziu koło Dębicy występują bogate zespoły mięczaków, obejmujące łącznie 48 gatunków ślimaków i małżów. Zmienność i następstwo tych zespołów odwzorowują ewolucję zbiornika sedimentacyjnego w okresie 10 500—7000 lat BP. W pierwszym etapie było to starorzecze zasiedlone przez faunę wodną. W miarę zarastania i wypełniania go pojawiły się gatunki charakterystyczne dla podmokłych łąk i mokradeł, a następnie gatunki lądowe z różnych środowisk ekologicznych. Zapełnianie zbiornika podczas powodzi mogło powodować powstawanie zespołów fauny mieszanej, autochtonicznej i allochtonicznej.

WSTĘP

Na prawym brzegu doliny Wisłoki w Podgrodziu koło Dębicy odsłonięty jest profil osadów górnego plejstocenu i dolnego holocenu, o łącznej miąższości około 15 m. Szczegółowe badania litostratygraficzne i palynologiczne tych osadów zostały przeprowadzone przez K. Mamakową i L. Starklę (1977) oraz przez E. Niedzialkowską, A. Skubisza i L. Starklę (1977). Ważnym uzupełnieniem tych badań jest 13 oznaczeń wieku bezwzględnego metodą ^{14}C , cytowanych przez wymienionych autorów. Omawiany profil obejmuje 6 ogniwi litostratygraficznych oznaczonych literami A — F. Dwa pierwsze (A i B), wykształcone jako szare ropy z fragmentami piaskowców oraz cienko warstwowane mułki piaszczyste, reprezentują okres pleniglacialny (22 450 lat BP). Na ich nierównej, erozyjnie rozmytej powierzchni leży kompleks piasków, mułków i ropy (ogniwa

* Instytut Geologii i Surowców Mineralnych, Akademia Górniczo-Hutnicza, 30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 30.

C — F) zaliczonych do dolnego holocenu, utworzony w przedziale wiekowym mieszczącym się w przybliżeniu w granicach 10 500—7000 lat BP.

Profil osadów holocenu rozpoczyna się piaskami i żwirami rzecznyymi (C), a wyżej leżą drobnoziarniste piaski i mułki o skośnie ułożonych laminach (D), interpretowane jako osad powstający w trakcie zasypywania małego zbiornika wodnego o typie starorzecza. Kolejne ogniwo (E) tworzą ility, ility piaszczyste i mułki z wkładką torfu oraz z cienkimi przewarstwieniami drobnoziarnistych piasków. Utwory te reprezentują fazę zarastania i wypełniania starorzecza. Bardzo licznie występują tu szczątki roślin, znajdowane były również pnie drzew oraz skorupy ślimaków. Opisane trzy ogniwa holocenu mają małą miąższość (około 3 m), natomiast czwarte, najmłodsze ogniwo (F) jest wykształcone jako gruba seria (ponad 9 m) piasków z wkładkami mułków i mułków ilastych. Są to osady stożka napływowego, w których wyraźnie zaznaczają się poziomy piaszczyste o grubszym ziarnie, powstające w czasie powodzi (Niedziałkowska et al., 1977).

Obecność skorupki mięczaków, wzmiankowana w cytowanych pracach, została potwierdzona w próbkach preparowanych dla uzyskania szczątków roślin, a kilkanaście dobrze zachowanych okazów ślimaków i małżów przekazała autorowi dr K. Mamakowa. Szczegółowe obserwacje nad występowaniem malakofauny, podjęte przez autora, doprowadziły do znalezienia bogatych zespołów tych skamieniałości, które występują w całej warstwie iłów i mułków (ogniwo E); pojedyncze okazy znalezione zostały również w niżej leżących piaskach i mułkach (ogniwo D), a także w mułkach ilastych, tworzących wkładkę wśród wyżej leżących piasków (ogniwo F).

Skorupki małżów i ślimaków są dobrze widoczne na powierzchniach uławiczenia iłów, iłów piaszczystych, gytii i torfu, a miejscami tworzą nawet nagromadzenia, są one jednak bardzo kruche, tak że rozsypywały się przy kolejnych próbach maceracji. Spowodowało to konieczność dokonywania oznaczeń bezpośrednio podczas preparowania fauny, a większość zidentyfikowanych okazów ulegała zniszczeniu przy odsłanianiu następnych. Materiał rozdrobniony w czasie tej operacji był następnie szlamowany, a w residuum obok detrytusu roślinnego pozostawały nieliczne skorupki mięczaków, których oznaczenie pozwoliło na uzupełnienie listy gatunków określonych w czasie preparowania. Ogółem znaleziono ponad 2500 okazów nadających się do oznaczenia (przy określaniu liczebności małżów podawana jest połowa liczebności pojedynczych skorupek).

Opisany sposób uzyskiwania materiału paleontologicznego powoduje trudność i niepewność w dokładnym, ilościowym określeniu udziału poszczególnych gatunków w zespole fauny. W tych okolicznościach podawanie ilości okazów każdego taksonu w danej próbce stwarza jedynie pozory dokładności, na liczbę tę bowiem wpływają m. in. selektywnie działające procesy fosylizacyjne, eliminujące formy o cienkich i delikatnych sko-

rupkach. W związku z tym ilościowe dane dotyczące kopalnej malakofauny nie są bezpośrednio porównywalne z wynikami analiz materiału współczesnego, a przy interpretacji paleoekologicznej większe znaczenie mają proporcje między składnikami zespołów niż ich bezwzględna liczebność.

W badaniach nad tanatocenozaami małżów i ślimaków korzystne jest stosowanie określeń półilościowych według określonego klucza, wzorem postępowania stosowanego powszechnie w pracach mikropaleontologicznych (Witwicka et al., 1958, Żiżchenko, 1968, Rodionow et al., 1973). Przegląd różnych systemów klas półilościowych cytowanych w literaturze prowadzi do wniosku o celowości zastosowania skali logarytmicznej dla definiowania przedziałów częstotliwości. Za podstawę może być z powodzeniem użyta wartość $\frac{1}{2} \log 10$, co prowadzi do wielkości pierwszego przedziału: $d = \sqrt{10} = 3,1623$. W takim ujęciu poszczególne klasy byłyby ograniczone następującymi wartościami: $10^{\frac{1}{2}}$, $10^{\frac{2}{2}}$, (=10), $10^{\frac{3}{2}}$, $10^{\frac{4}{2}}$, (=10²), $10^{\frac{5}{2}}$... itd. Klasy te, oznaczone umownie cyframi rzymskimi, będą prezentowały następujące zakresy ilościowe, odpowiadające zresztą dobrze

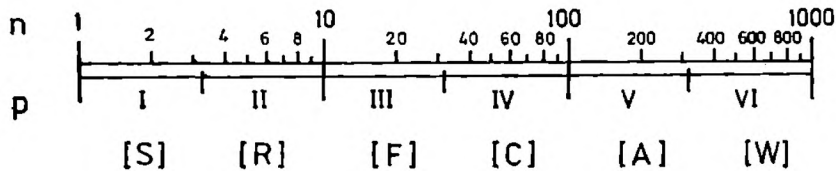


Fig. 1. Logarytmiczna skala symboli częstotliwości fauny kopalnej (określenia półilościowe); n — liczba okazów, p — symbole określeń półilościowych (liczbowe i literowe)

Fig. 1. Logarithmic scale of symbols of fossil fauna frequency (semi-quantitative intervals); n — number of specimens, p — symbols of semi-quantitative intervals (numbers and letters)

symbolom stosowanym w opracowaniach dotyczących m. in. zespołów otwornic (fig. 1):

klasa I	1— 3	okazy (pojedyncze	—symbol S)
klasa II	4— 10	okazów (rzadkie	— symbol R)
klasa III	11— 31	okazów (nieliczne	— symbol F)
klasa IV	32— 100	okazów (liczne	— symbol C)
klasa V	101— 316	okazów (bardzo liczne	— symbol A)
klasa VI	317—1000	okazów (masowe	— symbol W)

itd.

Zaproponowany system określania częstotliwości występowania kopalnych mięczaków (a także innych skamieniałości) ułatwia stosowanie metod statystycznych i taksonomicznych przy analizowaniu ich zespołów. Przedstawionych symboli (klasy częstotliwości I—IV) użyto w opracowaniu fauny z Podgrodzia.

WYSTĘPOWANIE MALAKOFAUNY

Badania paleontologiczne zostały przeprowadzone na podstawie trzech serii prób, pobieranych w kolejnych etapach badań terenowych. Po wyeliminowaniu prób nie zawierających mięczaków oraz powtarzających się, pozostałe oznaczono symbolami Pg-1 — Pg-22, z których dwie pierwsze (Pg-1 i Pg-2) reprezentują mułki i piaski ogniwa D, a ostatnia (Pg-22) — wkładkę mułku występującą wśród piasków ogniwa F. Podstawowa część zbioru próbek (Pg-3 — Pg-21) pochodzi z serii ciemnoszarych iłó w i mułków z wkładką torfu (ogniwo E), o łącznej miąższości 1,75 m. W kolejności od dołu do góry można w niej wyróżnić 11 warstw (fig. 2 — S, P).

Profil osadów z mięczakami rozpoczyna się piaskami drobnoziarnistymi, wśród których pojawiają się cienkie, kilkucentymetrowe laminy szarych, piaszczystych mułków. W mułkach tych stwierdzono obecność nielicznych skorupek mięczaków (Pg-1, Pg-2). Wyżej leży ogniwo E:

1. (21 cm) — ily i mułki czarne i brunatne, wapniste z licznymi szczątkami roślin oraz z nagromadzeniami skorupek ślimaków (Pg-3 — Pg-6);
2. (26 cm) — torf czarny i czarnobrunatny z fragmentami drewna, z wkładkami ciemnoszarych iłó w i mułków zawierających obfity detrytus roślinny oraz skorupki mięczaków (Pg-7 — Pg-9);
3. (46 cm) — ily i mułki ilaste ciemnoszare i czarne, nieco wapniste, z wkładkami mułków torfiastych, z licznymi szczątkami roślin oraz ze skorupkami ślimaków (Pg-10 — Pg-14). W spągu występuje charakterystyczna, cienka warstewka popielatoszarego ılı, notowana przez E. Nüedziałkowską et al. (1977);
4. (8 cm) — piaski drobno- i różnoziarniste z wkładką mułku ilastego bez fauny;
5. (22 cm) — mułki ilaste i torfiaste szare i szarobrunatne, z licznymi szczątkami roślin, z fragmentami drewna oraz z fauną (Pg-15, Pg-16);
6. (5 cm) — piaski drobnoziarniste i pylaste, żółtawoszare;
7. (3 cm) — ciemnoszare mułki ilaste z licznymi szczątkami roślin i z pojedynczymi skorupkami ślimaków (Pg-17);
8. (5 cm) — piaski drobno- i średnioziarniste bez fauny;
9. (10 cm) — mułki ilaste i torfiaste z nieliczną fauną (Pg-18);
10. (3 cm) — piaski różnoziarniste, żółte bez fauny;
11. (26 cm) — mułki ilaste i torfiaste z wkładkami szarych iłó w, z obfitym detrytusem roślinnym i z nierównomiernie rozmieszczonymi skorupkami mięczaków (Pg-19 — Pg-21).

Wyżej leżą piaski drobno- i średnioziarniste, reprezentujące ogniwo F, a 40 cm ponad ich spągiem występuje 20-centymetrowa wkładka szarych mułków ilastych, w której znaleziono kilka skorupek ślimaków (Pg-22).

W opisanym profilu fauna jest nierównomiernie rozmieszczona (fig.

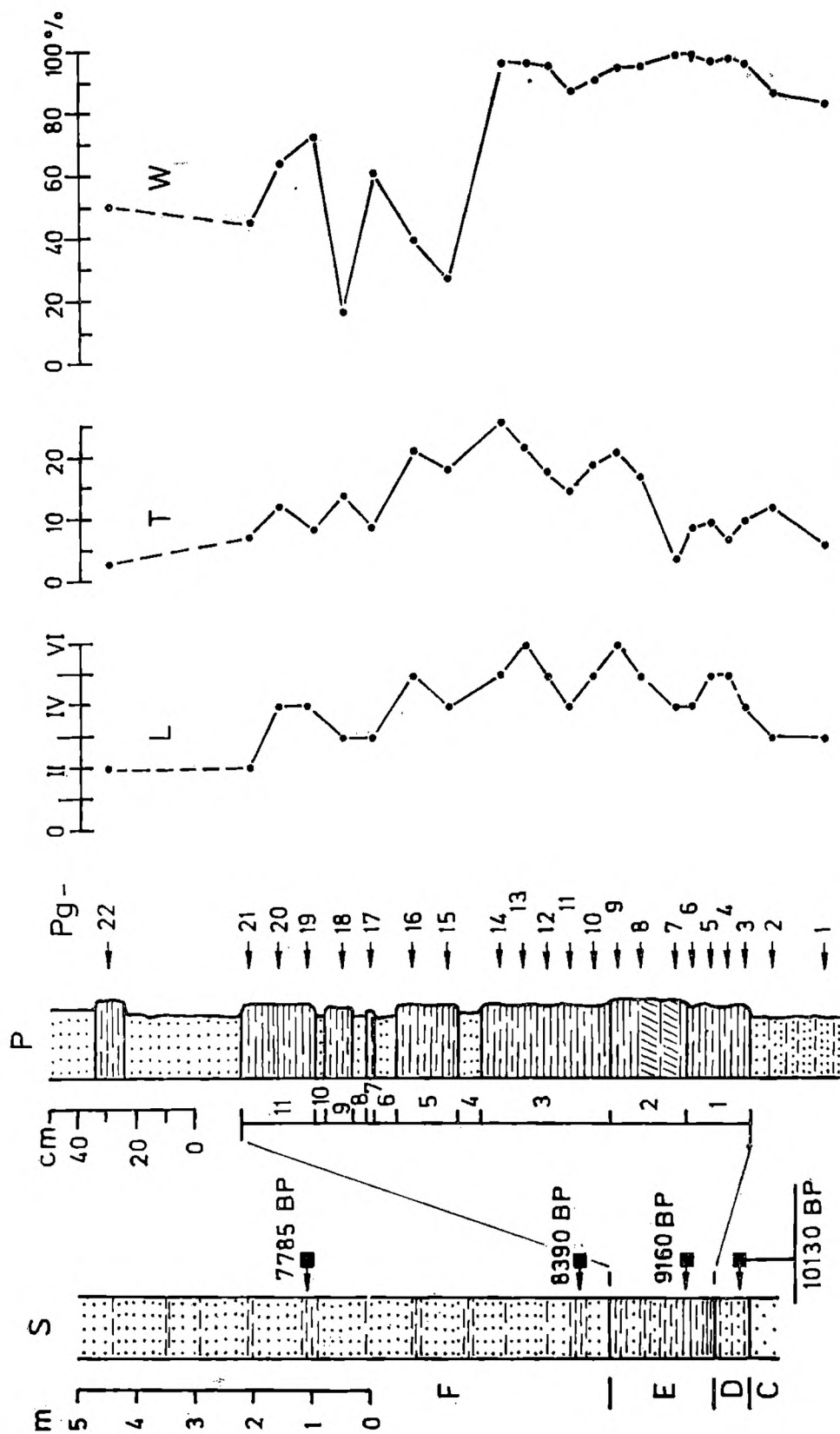


Fig. 2. Profil osadów holocenu w Podgrodziu. S — następstwo warstw (wg E. Niedziałkowskiej, A. Skubisza i L. Starkla, 1977); P — seria osadów z fauną: 1 — 11 warstwy opisane w tekście, Pg-1 — Pg-22 — lokalizacja próbek; L — częstotliwość występowania skamieniałości; I—VI — klasy częstotliwości; T — liczba gatunków ślimaków i małżów w próbkach; W — udział procentowy fauny wodnej

Fig. 2. The profile of Holocene sediments at Podgrodzie. S — sequence of beds (acc. to E. Niedziałkowska, A. Skubisz, L. Starkel, 1977); P — series of sediments with fauna: 1—11 — layers described in the paper, Pg-1 — Pg-22 — location of samples; L — frequency of molluscs; I—VI — frequency classes; T — number of gastropod and pelecypod species in samples; W — percentage of aquatic fauna

2 — L). W mułkach ogniwa D ślimaków i małżów jest niedużo (klasa częstotliwości III). W dolnej części ogniwa E są one licznie i bardzo li- nie reprezentowane (klasy częstotliwości IV i V), a miejscami stwierdzo- no masowe ich nagromadzenia (klasa VI). Ku górze liczebność fauny zmniejsza się stopniowo, tak że w poszczególnych próbkach notuje się obecność kilkunastu lub kilkudziesięciu okazów (klasy częstotliwości III i IV), a w najwyższej części profilu znaleziono zaledwie po kilka skoruppek ślimaków i małżów (klasa częstotliwości II).

Niejednolity rozkład opisywanych skamieniałości przedstawia wykres, obrazujący zróżnicowanie malakofauny, wyrażone ilością taksonów (ga- tunków) w poszczególnych próbkach (fig. 2 — T). W dolnej części profilu fauna jest mało różnorodna i obejmuje 4 — 12 taksonów. W części środ- kowej liczba gatunków ślimaków i małżów wzrasta i wynosi 15 — 26, a następnie ponownie zmniejsza się, wykazując przy tym nieznaczne wa- hania (12 — 19 taksonów). Próbka reprezentująca wkładkę mułków ila- stych z ogniwa F (Pg-22) zawiera jedynie 3 gatunki ślimaków.

Bardzo charakterystyczny obraz prezentuje krzywa procentowego udziału gatunków wodnych (fig. 2 — W). Dzieli ona omawiany profil na dwie części. Część dolna, obejmująca mułki ogniwa D oraz ily i mułki wapniste z wkładem torfu (warstwy 1 — 3), odznacza się zdecydowaną dominacją fauny wodnej, która stanowi 84 — 100% zespołu. Część gór- ną — mułki ilaste z wkładkami piasków (warstwy 5 — 11) — znamionu- je duża zmienność udziału fauny wodnej (17 — 73%), która jednak nie przekracza zwykle 66% ($\frac{2}{3}$ zespołu).

Opisana nierównomierność występowania malakofauny i jej znaczne zróżnicowanie umożliwiają wyróżnienie zespołów mięczaków, które ko- lejno zasiedlały zmieniający się stopniowo, zarastający i zasypywany zbiornik wodny. Zespoły te są dobrymi wskaźnikami ewolucji warunków środowiska sedymentacyjnego i ekologicznego, jaka się dokonała w czasie trwania dolnego holocenu.

ZESPOŁY MALAKOFAUNY

Fauna mięczaków z Podgrodzia obejmuje 41 gatunków ślimaków i 7 gatunków małżów. Liczby te uzupełniają oznaczenia taksonów do ka- tegorii rodzaju (4 taksony), do kategorii rodziny (3 taksony) oraz jedno rodzajowe określenie wieczek ślimaków (*Operculum*). Lista skamieniało- ści została uszeregowana według grup ekologicznych oznaczonych symbo- lami 1 — 10, zgodnie ze schematem zaproponowanym przez V. Ložka (1964), a przyjętym przez wielu innych autorów (fig. 3).

Zasięgi pionowe i częstotliwość występowania taksonów w poszcze- gólnych warstwach i próbkach wykazują charakterystyczne prawidłó- wości. Gatunki zasiedlające środowiska lądowe (grupy ekologiczne 1 — 9) pojawiają się w środkowej i górnej części profilu, natomiast gatunki

E	Warstwy /Beds/ Próbki /Samples/	D		1				2		3				5		7	9	11		F			
		Pg-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1W	Vertigo pusilla									I						I				I			
1W	Acanthinula aculeata									I						I				I			
1W	Discus ruderatus	I								I					I					I			
2WM	Vitrea oryctalina																I						
2WM	Bradybayena fruticum		I								I	I		I					I	I			
3Wh	Perforatella bidentata									I				I	I				I				I
50	Vallonia pulchella		I													I	I					I	
50W	Vallonia costata															I				I			
7M	Cochlicopa lubrica											I			I	II	II					I	
7M	Punctum pygmaeum											I			I	II	II	I				I	
7M	Perpolita radiatula										I		I		I	II	II	I				I	
7M	Vitrea contracta									I	I	II	I	I	I	I	I	I			I	II	I
7M	Limax div.sp.				I					I	I	I			I	I	I				I	II	I
7M	Euconulus fulvus									I	I	I				I					I	I	
8H	Carichium tridentatum																I						
8H	Vertigo substriata																I						
8H	Succinea oblonga	I		I	I	I				I	I	II	I	I		I						I	
9P	Carichium minimum		I							I	I	I		II	II	II	IV	I		II	I	I	I
9P	Vertigo antivertigo									I	I			I	I								
9P	Vertigo geyeri																						
9P	Succinea putris																I						I
9P	Zonitoides nitidus																		I	I			
10P	Valvata cristata	II	II	III	I	III	II	III	IV	V	IV	IV	IV	V	V	III	III	II		III	III	I	I
10SF	Valvata piscinalis	II	II		IV	IV	IV		I							II				III	III		
10SF	Bithynia tentaculata															II							
10P	Bithynia leachi																						
10	Bithynia - Operculum	I	II	IV	I	III	III	IV	IV	IV	III	III	III	III	III								
10S	Physa fontinalis			I		I			I							I							
10S	Lymnaea stagnalis															I							
10P	Lymnaea palustris																II						
10SP	Lymnaea truncatula												II					II	I	I			I
10S	Lymnaea peregra									I		I						II					
10S	Planorbis carinatus			I			I			I		I											
10S	Planorbis carinatus																						
10SP	Anisus vortex									I													
10S	Anisus vorticulus									I													
10P	Anisus leucostomus		I																				
10SP	Bathyomphalus contortus																						
10S	Gyraulus albus									I													
10S	Gyraulus laevis									II	II	I	I	I									
10S	Armiger crista nautilius		II																				
10S	Hippeutis complanatus		I			IV	II	I	III	I	III	III	III	V	IV	II	I						
10S	Aeroluxus lacustris					I	I																
10S	Sphaerium corneum				I					I	I	I											
10P	Sphaerium rivicola	I																					
10SF	Pisidium milium												I										I
10SF	Pisidium subtruncatum				I																		
10P	Pisidium nitidum		I		I						II	I	II		I	I	I	II	I		I	I	
10P	Pisidium casertanum		I								I	I	I		I	I	I						I
10P	Pisidium obtusale										I	I	II		I	I	I						I
	Lymnaea sp.ind.									I	I	I	II	I	II		I	I	I		I		I
	Vertigo sp.ind.									I	I	I	I										
	Succinea sp.ind.									I	I	I											
	Zonitidae					I				I	I	I											I
	Clausillidae																						I
	Helicidae																						I

Fig. 3. Występowanie ślimaków i małżów w osadach holocenu w Podgrodziu; 1W — 10P — symbole ekologiczne (wg V. Łożka, 1964)

Fig. 3. The occurrence of gastropods and pelecypods in the Holocene sediments of Podgrodzie; 1W — 10P — ecological symbols (acc. to V. Lozek, 1964)

wodne (grupa ekologiczna 10) — w jego dolnej i środkowej części. Taki rozkład taksonów może wstępnie sugerować istnienie trzech asocjacji faunistycznych. Wyróżnienie zespołów mięczaków polegało na taksonomicznym podziale zbioru oraz na analizie spektrów malakologicznych. Podział

taksonomiczny został przeprowadzony dwoma metodami: jakościową — wzorem Steinhausa (Alexandrowicz, 1977 — metoda I) oraz ilościową metodą różnic przeciętnych (Alexandrowicz, 1977 — metoda VI). Spektra malakologiczne obrazują skład fauny ślimaków i małżów reprezentujących poszczególne grupy ekologiczne, a w szczególności procentowe udziały gatunków (MSS) lub okazów (MSI) w poszczególnych próbkach (Lożek, 1964).

Jakościowa analiza taksonomiczna umożliwia bezpośrednio porównywanie próbek na podstawie obecności gatunków, bez uwzględniania relacji ilościowych. Struktura taksonomiczna, wykreślona na podstawie macierzy odległości taksonomicznych d_{St} , pozwala na wydzielenie dwóch dość wyraźnie wyodrębnionych podzbiorów oraz trzeciego — słabo zindywidualizowanego (fig. 4 — A). Pierwszy z nich obejmuje serię próbek Pg-3 — Pg-7, a także próbkę Pg-1. Jest to grupa odznaczająca się niemal wyłączną obecnością gatunków wodnych. Wobec małej ilości taksonów zmienność składu fauny jest nieznaczna, a szczególnie duże podobieństwo wykazują próbki: Pg-4, Pg-5 i Pg-6.

Drugi podzbiór jest reprezentowany przez dużą grupę próbek (seria Pg-8 — Pg-16 oraz próbka Pg-2). Jest to malakofauna mieszana, odznaczająca się współwystępowaniem gatunków ślimaków lądowych i wodnych oraz małżów, a zarazem znaczną ilością taksonów. W obrębie tego podzbioru 6 próbek (seria Pg-9 — Pg-14) tworzy szczególnie zwartą asocjację o elementach wzajemnie powiązanych ze sobą, przy niskich wartościach d_{St} . Nieco bardziej odbiegające są próbki Pg-8, Pg-15 i Pg-16, natomiast próbka Pg-2 prezentuje element przejściowy między omawianym a poprzednio opisanym podzbiorem.

W górnej części profilu skład fauny jest wyraźnie zróżnicowany, co powoduje słabe powiązanie poszczególnych elementów i dość duże odległości taksonomiczne d_{St} pomiędzy nimi (seria Pg-17 — Pg-22). Cała ta grupa próbek nie tworzy zwartego podzbioru, wykazuje natomiast pewne podobieństwo do próbek Pg-15 i Pg-16.

Analiza taksonomiczna ilościowa uwzględnia procentowy udział okazów reprezentujących poszczególne grupy ekologiczne mięczaków. Struktura taksonomiczna przedstawia bardzo prosty i przejrzysty układ (fig. 4 — B). Duża, podstawowa grupa próbek z dolnej części profilu (seria Pg-1 — Pg-14) tworzy bardzo zwarty i wyraźnie zindywidualizowany podzbiór, którego wszystkie elementy są ze sobą bezpośrednio połączone. W grupie tej znajdują się wszystkie próbki odznaczające się bardzo wysokim, procentowym udziałem mięczaków wodnych, co decyduje o małych wartościach d_{NA} .

W górnej części profilu występuje drugi podzbiór próbek (seria Pg-15 — Pg-22). Nie jest on tak zwarty i wzajemnie silnie powiązany jak poprzednio opisany, tworzy jednak dość dobrze wyodrębnioną grupę. Ilościowo dużą rolę odgrywają tu ślimaki lądowe, ale procentowy udział

okazów reprezentujących poszczególne gatunki i grupy ekologiczne jest wyraźnie zróżnicowany. Szczególnie odbiegającym elementem jest próbka Pg-18, odznaczająca się wyraźną dominacją form lądowych.

Spektra malakologiczne rodzajowe (MSS) prezentują wyraźnie wyodrębnione grupy próbek, umożliwiające podział profilu na trzy części (fig. 5 — MSS). Grupa dolna obejmuje serię próbek Pg-1 — Pg-8, w których dominującym składnikiem są gatunki mięczaków wodnych. Gatunki lądowe, jako podrzędny składnik, koncentrują się w dolnej i w górnej części tego odcinka profilu, są jednak mało zróżnicowane (jedna lub dwie grupy ekologiczne). Do grupy środkowej można zaliczyć 6 kolejnych próbek (Pg-9 — Pg-14), w których obok przeważających form wodnych występują różnorodne ślimaki lądowe, reprezentujące zwykle po cztery grupy ekologiczne. Górna seria próbek (Pg-15 — Pg-22) przedstawia odrębny obraz spektrów. Gatunki ślimaków zasiedlających środowiska lądowe przeważają nad wodnymi, a w składzie ich spotykamy przedstawicieli różnych grup ekologicznych.

Spektra malakologiczne osobnicze (MSI) ukazują dwudzielność profilu. Dolny jego odcinek grupuje próbki Pg-1 — Pg-14, w których dominują mięczaki wodne. Odcinek górny z próbkami Pg-15 — Pg-22 odznacza się dużym zróżnicowaniem składu fauny, która w sumie ma charakter mieszany, lądowo-wodny (fig. 5 — MSI).

Przedstawione struktury taksonomiczne i spektra malakologiczne mogą być uznane za podstawę dla wydzielenia trzech zespołów mięczaków. Zespoły te występują w zwartych odcinkach profilu i odpowiadają kolejnym etapom rozwoju malakofauny.

1. Zespół fauny wodnej występuje w dolnej części ogniwa E w ciemnoszarych iłach i mułkach wapnistych, pod wkładką torfu (warstwa 1 i spągowa część warstwy 2). Jest on bardzo jednolity pod względem swojego składu; obok ślimaków i małżów bytujących w środowisku wodnym, akcesorycznie występują tu lądowe formy hydrofilne (*Succinea*). Gatunkiem charakterystycznym jest licznie reprezentowana *Valvata piscinalis* Müller, sporadycznie spotykana w wyższej części profilu (fig. 3). Omawiany zespół obejmuje próbki Pg-3 — Pg-7.

2. Zespół fauny wodnej z domieszką form lądowych występuje w ciemnoszarych mułkach i iłach nieco wapnistych ponad wkładką torfu (górna część warstwy 2 i warstwa 3). Ilościowo dominują tu formy wodne, znaczny jest natomiast procent gatunków ślimaków lądowych (20 — 30%), reprezentowanych przez nieliczne okazy. Wśród taksonów charakterystycznych, ograniczonych wyłącznie lub niemal wyłącznie do tego zespołu, można wymienić: *Verigo antivertigo* (Draparnaud), *Lymnea peregra* (Müller), *Planorbarius corneus* (Linné), *Anisus vorticulus* Troschel, *Bathyomphalus contortus* (Linné), *Gyraulus laevis* (Alder) i *Acroluxus lacustris* (Linné). W dolnym i środkowym zespole malakofauny występują: *Succinea oblonga* Draparnaud, *Bithynia* (*Oper-*

culum) i *Sphaerium corneum* (Linné), a także *Hippeutis complanatus* (Linné), stwierdzony również w dwóch próbkach, w wyższej części profilu. Omawiany zespół obejmuje próbki Pg-8 — Pg-14, a także próbki Pg-1 i Pg-2 z ogniwa D.

3. Zespół fauny mieszanej (lądowej i wodnej) charakteryzuje mułki ilaste z wkładkami piasków, wyróżnione w górnej części profilu (warstwy 5 — 11 oraz wkładka mułków w dolnej części ogniwa F). Zarówno spektra składu gatunkowego (MSS), jak i osobniczego (MSI) wykazują w przybliżeniu zrównoważone proporcje form wodnych i lądowych. Wśród tych pierwszych, obok taksonu *Valvata cristata* Müller, odznaczającego się ciągłym zasięgiem w całym opisywanym profilu, na uwagę zasługują: *Lymnea truncatula* (Müller) i *Pisidium obtusale* (Lamarck), notowane już w zespole środkowym. Nie przechodzą natomiast do zespołu górnego gatunki, które decydowały o składzie fauny wodnej w poprzednio opisanych asocjacjach, a to: *Valvata piscinalis* Müller, *Bithynia (Operculum)*, *Physa fontinalis* (Linné), *Planorbarius corneus* (Linné), *Planorbis carinatus* Müller, *Bathyomphalus contortus* (Linné), *Acroloxus lacustris* (Linné) i *Sphaerium corneum* (Linné). Z gatunków lądowych ciągle zasięgi wykazują: *Carichium minimum* Müller i *Vitrea contracta* (Westerlund), a nielicznie reprezentowane są m. in.: *Discus ruderratus* (Ferussac), *Bradybayena fruticum* (Müller), i *Perforatella bidentata* (Chemnitz), spotykane zresztą także w niższej części profilu. Do zespołu górnego ograniczają swoją obecność: *Acanthinula aculeata* (Müller), *Vallonia pulchella* (Müller), *Carichium tridentatum* (Risso) oraz *Succinea putris* (Linné) (fig. 3). Stopień zróżnicowania fauny w poszczególnych próbkach jest rozmaity, ku górze zaznacza się jednak stopniowe ubożenie zespołu. Dotyczy to zarówno ogólnej liczebności okazów, jak też ilości taksonów (fig. 2 — L, T).

Struktury taksonomiczne i spektra malakologiczne określają podstawy wydzielenia opisanych zespołów. Pierwszy z nich wyróżnia się głównie składem gatunkowym fauny i oddziela się w obrazie taksonomicznej analizy jakościowej (fig. 4 — A), a częściowo również na spektrach gatunkowych (fig. 5 — MSS). Próbkę pochodzące z ogniwa D (Pg-1 i Pg-2), a także próbka Pg-8 są elementami pośrednimi pomiędzy zespołami: dolnym (1) i środkowym (2).

Zespół środkowy najwyraźniej oddziela się od pozostałych na spektrach gatunkowych (fig. 5 — MSS), ujawniających domieszkę taksonów lądowych do przeważających ilościowo — wodnych. Zwartą grupę 6 próbek typowych dla tego zespołu ujawnia również struktura taksonomiczna analizy jakościowej (fig. 4 — A). W stosunku do wyżej występującej malakofauny element przejściowy reprezentują próbki: Pg-15 i Pg-16, wyraźnie powiązane z Pg-9 i Pg-10.

Analiza składu ilościowego fauny, przeprowadzona taksonomiczną metodą różnic przeciętnych (fig. 4 — B) oraz zobrazowana na spektrach

osobniczych (fig. 5 — MSI), ujawnia bardzo wyraźne rozgraniczenie zespołów: środkowego i górnego, przebiegające pomiędzy warstwami 3 i 5. Granica ta zaznacza się również załamaniem krzywej procentowego udziału form wodnych (fig. 2 — W). Na cytowanych diagramach nie widać

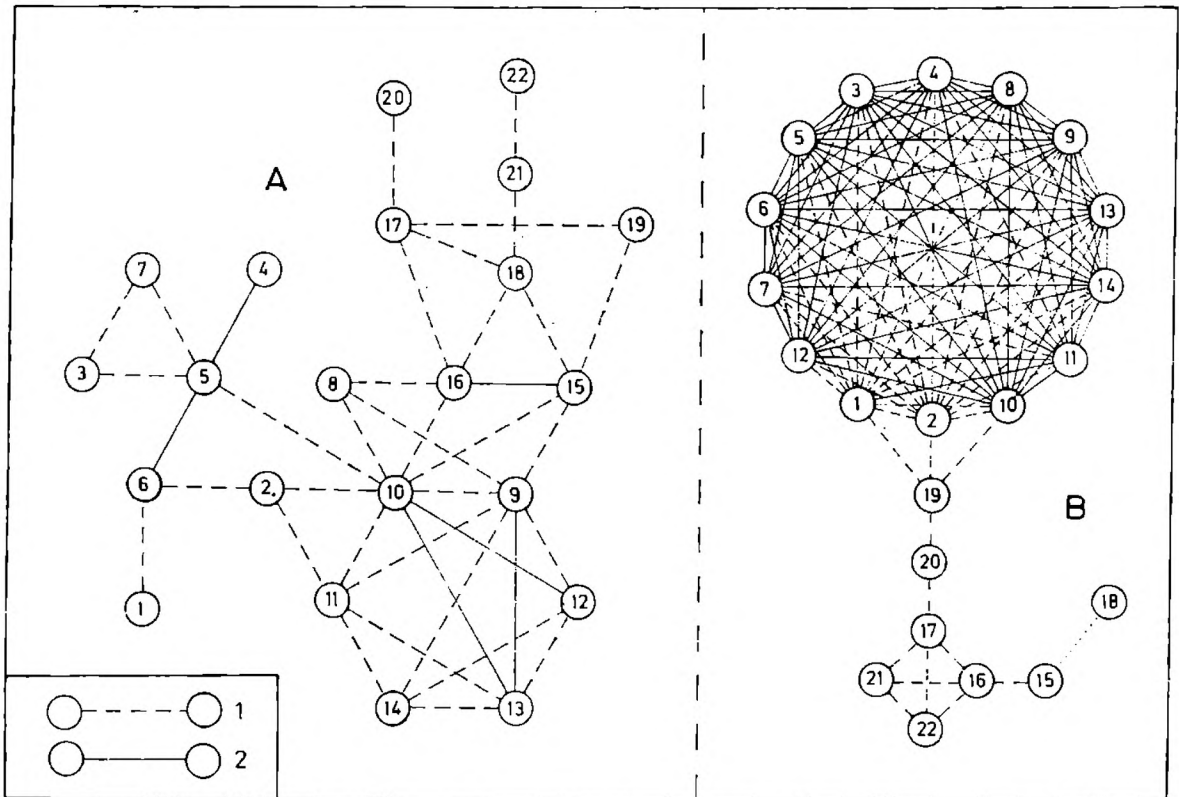


Fig. 4. Struktury taksonomiczne zespołów malakofauny; 1—22 — numery próbek, A — diagram wg metody jakościowej (wzór Steinhausa), B — diagram wg ilościowej metody różnic przeciętnych, 1 — połączenie II-go stopnia (słabe), 2 — połączenie I-go stopnia (silne)

Fig. 4. Taxonomic structures of malacofaunal assemblages. 1—22 — sample numbers, A — diagram acc. to qualitative method, B — diagram acc. to quantitative method, 1 — large taxonomic distance, 2 — small taxonomic distance

natomiast różnicy między zespołami: dolnym i środkowym, dzięki czemu cały profil rozdziela się na dwie części, odpowiadające dwóm głównym etapom rozwoju zbiornika sedimentacyjnego.

Indywidualność zespołu górnego jest bardzo wyraźna na strukturze taksonomicznej odległości d_{NA} (fig. 4 — B) oraz na obu spektrach (fig. 5), nie znajduje natomiast dobrego odzwierciedlenia w listach oznaczonych taksonów (fig. 3) oraz na strukturze taksonomicznej odległości d_{St} (fig. 4 — A). Zespół ten prezentuje w sumie faunę o zróżnicowanym składzie gatunkowym, ale dość wyraźnie zachowanych proporcjach ilościowych pomiędzy przedstawicielami określonych grup ekologicznych.

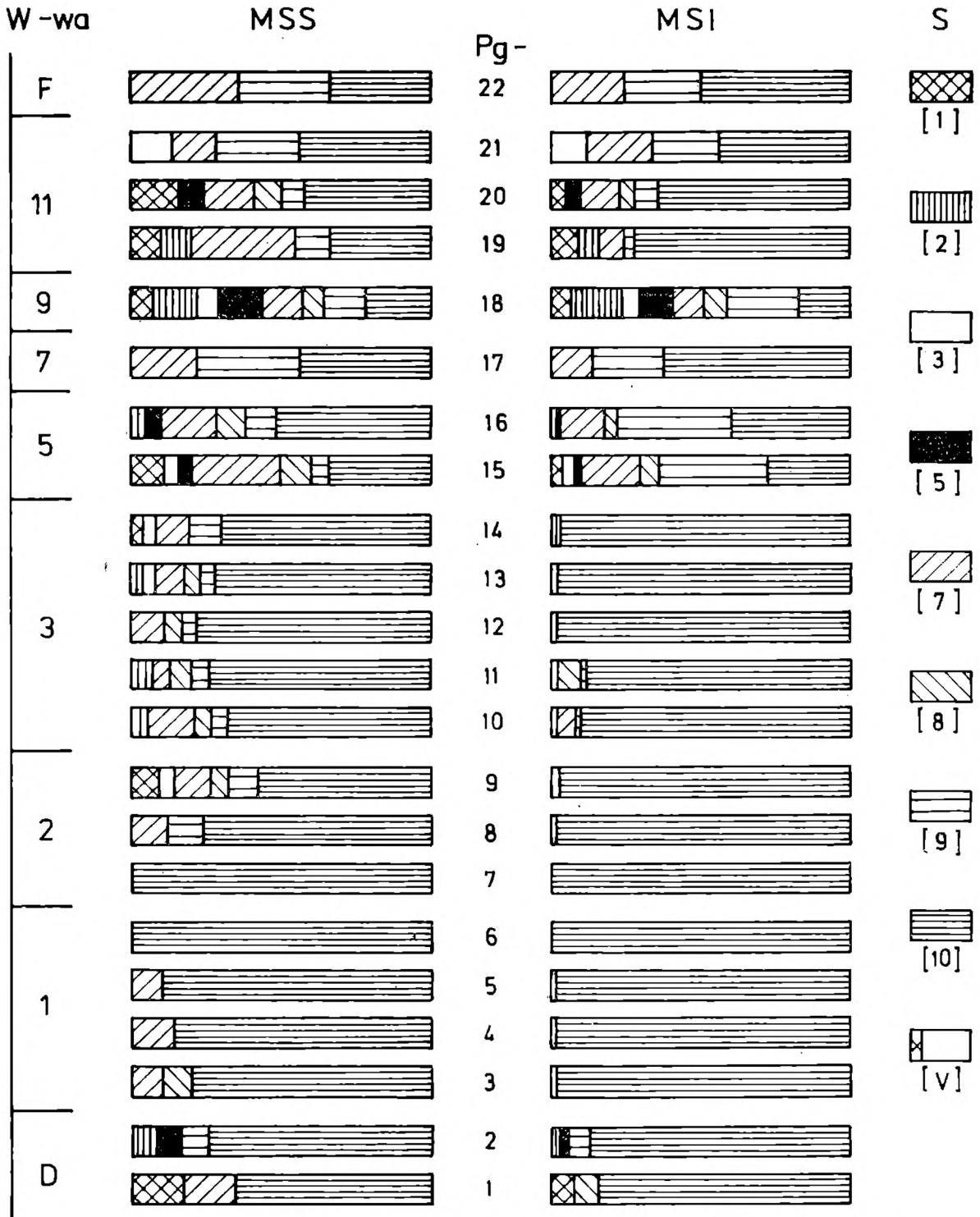


Fig. 5. Spektra malakofauny z Podgrodzia; MSS — malakospektra gatunkowe, MSI — malakospektra osobnicze, 1—10 — symbole grup ekologicznych (wg V. Ložka, 1964), v — różne grupy ekologiczne (akcesorycznie reprezentowane)

Fig. 5. Spectra of malacofauna from Podgrodzie. MSS — malacospectra of species, MSI — malacospectra of individuals, 1—10 — symbols of ecological groups (acc. to V. Ložek, 1964), v — various ecological groups

WARUNKI ROZWOJU MALAKOFAUNY

Zespoły mięczaków z Podgrodzia obejmują gatunki ślimaków i małżów znane we współczesnej faunie polskiej. Rozwijały się one w warunkach klimatycznych nie odbiegających znacznie od obecnych, w okresie stopniowego ocieplania, które następowało w przedziale czasowym 10 500—7000 lat BP, w fazach preborealnej i borealnej holocenu. Zmiany te znajdują wyraźne odzwierciedlenie w wynikach badań palynologicznych (Mamakowa i Sarkel, 1977). Skład zespołów odpowiada dobrze malakofaunom, cytowanym z różnych stanowisk wczesnego holocenu Europy, m. in. w Czechosłowacji (Ložek, 1964, 1967), w RFN i NRD (Dehm, 1967, Mania, 1973, Fuhrmann, 1973) i w Polsce (Piechocki, 1977). Występuje tu zarówno *Discus ruderratus* (Férussac), uważany za takson w pewnym stopniu charakterystyczny dla tego okresu, jak też *Vertigo geyeri* Linholm, który jako element borealny był z początkiem holocenu szerzej rozprzestrzeniony niż obecnie. Zwraca również uwagę ilościowa przewaga *Carichium minimum* Müller nad *C. tridentatum* (Risso), notowana jako wskaźnik dla faz poprzedzających optimum klimatyczne (Fuhrmann, 1973).

Badania litostratygraficzne przeprowadzone przez E. Niedziałkowską, A. Skubisza i L. Starkla (1977) umożliwiły określenie genetycznego charakteru osadów i rekonstrukcję zmian w procesach ich depozycji. Analiza malakofauny pozwala na wydatne uzupełnienie tych wniosków przez nawiązanie ekologicznych warunków bytowania mięczaków w poszczególnych etapach ewolucji zbiornika sedymentacyjnego, w którym tworzyła się opisana seria warstw. Dane dotyczące ich wieku bezwzględnego według datowania metodą radiowęglą (Mamakowa, Starkel, 1977) umożliwiają ocenę średniej szybkości narastania osadów w całym profilu i w poszczególnych jego ogniwach, a zarazem pozwalają na oszacowanie czasu, w którym następował rozwój opisanych zespołów malakofauny.

Kompleks osadów holocenu rozpoczyna się piaskami i żwirami rzeczynymi bez fauny (ogniwo C). Ponad nimi leżą osady typu jeziornego, odepowowane przez około 200 lat w zbiorniku położonym poza nurtem rzeki, przypuszczalnie w rozlewisku lub starorzeczu (ogniwo D). Zbiornik ten miał charakter przepływowy i był zasypywany piaskami i mułkami osadzonymi przy współudziale wód płynących (Niedziałkowska et al., 1977). Prędkość ich depozycji można oszacować na 25 — 40 cm na 100 lat. W utworach tych pojawiają się pojedyncze skorupki i ułamki skorupki ślimaków i małżów, a ich nagromadzenia występują w dwóch wkładkach mułków (Pg-1 i Pg-2). Zespół mięczaków zawiera w przewodzie formy wodne o dużej tolerancji środowiskowej, ale obok gatunków zasiedlających wody stojące i wolno płynące można znajdować pojedyncze okazy ślimaków, preferujących silnie zarastające zbiorniki i zatoki, a także małżów, typ-

wych dla środowiska rzeczno. Sporadycznie spotykane ślimaki lądowe reprezentują różne grupy ekologiczne ze środowisk leśnych, łąkowych i nadbrzeżnych. Tego typu asocjacja, występująca w skośnie warstwowanych piaskach i mułkach, mogła utworzyć się przez przemieszanie skorupiek napławionych z różnych miejsc, jest to więc liptocenoza, grupująca w przewodzie faunę allochtoniczną. Tworzyła się ona w czasie trwania fazy preborealnej.

Kolejny etap rozwoju zbiornika następował w wyniku jego odcięcia od bezpośrednich wpływów rzeki. W starorzeczu rozwinęła się bogata roślinność, a na jego dnie osadzały się ily i mułki wapniste, z bardzo obfitą domieszką materiału organicznego (osad o typie gytii, ogniwo E, warstwa 1 i dolna część warstwy 2). W tych warunkach pojawiła się liczna fauna mięczaków typowych dla środowiska wodnego (zespół dolny). Dominującymi jej składnikami są: *Bithynia* i *Valvata piscinalis* Müller, zasiedlające wody stagnujące lub o słabym prądzie, a także *Valvata cristata* Müller, preferująca małe zbiorniki wodne; pojawiają się tu również ślimaki bytujące wśród roślin wodnych (*Hippeutis complanatus* (Linné), *Armiger crista nautilus* (Linné)). Zwraca uwagę niemal zupełny brak fauny lądowej, poza pojedynczymi okazami ślimaków ze środowiska nadbrzeżnego. Taki zespół mięczaków reprezentuje autochtoniczną tanatocenozę wodną, typową dla płytkiego, otwartego zbiornika, stopniowo coraz silniej zarastającego. Brzegi jego były przypuszczalnie gęsto porośnięte, co zapobiegało zmywaniu skorupiek ślimaków lądowych do basenu.

Postępujący proces wypełniania i zarastania starorzecza spowodował, że na jego miejscu okresowo pojawiło się torfowisko, a następnie — rozczłonkowany, bardzo płytki zbiornik wodny, młaki i bagniska z małymi oczkami wodnymi. W tym etapie osadzały się ciemnoszare ily i mułki nieco wapniste z obfitą domieszką szczątków roślinnych oraz z wkładką torfu (ogniwo E, warstwy 2 i 3). Zespół malakofauny jest tu bogaty i urozmaicony (zespół środkowy). Wśród ilościowo dominujących ślimaków wodnych zdecydowanie przeważają formy typowe dla małych, płytkich zbiorników o bardzo obfitej roślinności (*Valvata cristata* Müller, *Anisus vorticulus* Troschel, *Bathyomphalus contortus* (Linné), *Hippeutis complanatus* (Linné), stopniowo zanika natomiast gatunek preferujący otwarte wody — *Valvata piscinalis* Müller. Ślimaki lądowe są reprezentowane przez liczne gatunki z różnych grup ekologicznych, ale liczba ich okazów jest nieznaczna. Pojawiają się tu pojedyncze formy zamieszkujące środowiska leśne i zarośla, a zwłaszcza łąki i podmokłe łąki (*Carichium minimum* Müller, *Vertigo antivertigo* (Draparnaud)). Omawiany zespół można interpretować jako autochtoniczną tanatocenozę, dobrze odzwierciedlającą postępujący zanik zbiornika wodnego.

Dwa opisane etapy ewolucji starorzecza trwały przez ponad 1000 lat. Należy przypuszczać, że osady narastały nierównomiernie, ale powoli, a przyrost ich można średnio oszacować na 7 — 12 cm na 100 lat. Czas

ich depozycji przypadają na schyłek fazy preborealnej oraz na fazę borealną holocenu.

W następnym etapie rozwoju osadów wśród mułków pojawiają się wkładki piasków, świadczące o epizodycznych wpływach depozycji fluwialnej, związanych przypuszczalnie z wezbraniem powodziowym (ogniwo E, warstwy 4 — 11). Przyrost osadów wynosił średnio 15 — 25 cm na 100 lat, a czas sedymentacji — 400 — 500 lat. Zespół mięczaków jest tu bardzo niejednorodny (zespół górny). Obejmuje on nieliczne gatunki ślimaków wodnych, wskazujące na istnienie małych, silnie zarośniętych, a nawet okresowo wysychających oczek wodnych (*Lymnea truncatula* (Müller)), które stopniowo zanikają. Ślimaki lądowe w większości są gatunkami zasiedlającymi łąki i podmokłe łąki (*Perpolita radiatula* (Alder), *Vitrea contracta* (Westerland), *Carichium minimum* Müller, *Succinea putris* (Linné)), a nawet mokradła, towarzyszą im jednak formy leśne i zaroślowe (*Acanthinula aculeata* (Müller), *Bradybaena fruticum* Müller)), a nawet taksony preferujące stanowiska bardziej wysuszone i nasłonecznione (*Vallonia costata* (Müller)). Taka asocjacja malakofauny mogła rozwijać się na płaskim obszarze równi zalewowej, nieznacznie wyniesionym ponad koryto rzeki, częściowo podmokłym, pokrytym łąkami i zaroślami. Wyraźne zróżnicowanie zespołu jest w tych warunkach odzwierciedleniem różnorodności i zmienności siedlisk, ale częściowo może być ono spowodowane mieszaniem się fauny autochtonicznej z allochtoniczną, napławianą rzeką w czasie wezbrań powodziowych.

Kolejne ogniwo litostratygraficzne (ogniwo F) reprezentuje serię szybko narastających osadów rzecznych (50 — 80 cm na 100 lat) budujących stożek napływowy, a związanych przynajmniej częściowo z epizodami powodziowymi (Niedziałkowska et al., 1977). Warunki rozwoju malakofauny uległy znacznemu pogorszeniu; nieliczne skorupki ślimaków zostały znalezione jedynie w dolnej wkładce mułków. Jest to zespół podobny do tego, który występuje w górnej części ogniwa E (zespół górny), a jest on świadectwem zaniku siedlisk, sprzyjających bytowaniu i zachowaniu malakofauny. Na miejscu zarośniętego, wypełnionego osadami i zasypanego starorzecza utworzyła się równia zalewowa, pokrywana następnie przez okres ponad tysiąca lat osadami fluwialnymi. W młodszym etapie optimum klimatycznego fazy atlantyckiej nastąpiło rozcięcie opisanej, wczesnoholoceńskiej serii osadów (Niedziałkowska et al., 1977; L. Starkel, 1977).

Maszynopis nadesłano: grudzień 1979
przyjęto do druku: luty 1980

WYKAZ LITERATURY — REFERENCES

- Alexandrowicz S. W. (1977). Taksonomiczne metody systematyzowania zespołów mikroskamieniałości. *Geologia* (AGH) 3, 2, Warszawa.

- Dehm R. (1967). Die Landschnecke *Discus ruderratus* im Postglazial Süddeutschlands. *Mitt. Bayer. Staats. Pal. his. Geol.* 7, München.
- Fuhrmann R. (1973). Die spätweichselglaziale und holozäne Molluskenfauna Mittel- und Westsachsens. *Freib. Forsch. C-278*, Leipzig.
- Ložek V. (1964). Quartärmollusken der Tschechoslowakei. *Rozpr. Ústř. Úst. Geol.* 31, Praha.
- Ložek V. (1967). Klimaabhängige Zyklen der Sedimentation und Bodenbildung während des Quartärs im Lichte malakozoologischer Untersuchungen. *Rozpr. Českoslov. Akad. Věd*, 86, 8, Praha.
- Mamakowa K., Starkel L. (1977). Stratigraphy of Late Glacial and Early Holocene Alluvia at Podgrodzie on the Wisłoka-River (SE Poland). *Studia Geomorph. Carp. Balk.* 11, Kraków.
- Mania D. (1973). Paläoökologie, Faunenentwicklung und Stratigraphie des Eiszeitalters im mittleren Elbe-Saalegebiet auf Grund von Molluskengesellschaften. *Geologia, Beiheft* 78/79, Berlin.
- Niedziałkowska E., Skubisz A., Starkel L. (1977). The Lithology of Late Glacial and Early Holocene Alluvia at Podgrodzie on the Wisłoka River. *Studia Geomorph. Carp. Balk.* 11, Kraków.
- Piechocki A. (1977). The Late Pleistocene and Holocene Mollusca of the Kunów Region (NE Margin of the Świętokrzyskie Mts.). *Folia Quarternaria*, 49, Kraków.
- Starkel L. (1977). Paleogeografia holocenu. Państw. Wyd. Nauk., Kraków.
- Witwicka E., Bielecka W., Styk O., Szejn J. (1958). Metody opracowywania mikroskamieniałości. *Biul. Inst. Geol.* 134, Warszawa.
- Rodionow D. A., Zabelina T. M., Rodionowa M. K. — Родионов Д. А., Забелина Т. М., Родионова М. К. (1973). Полуколичественный анализ в биостратиграфии и палеоэкологии. Изд. „Недра”, Москва.
- Ziżczenko B. P. — Жиженко Б. П. (1968). Микропалеонтологические методы стратиграфических построений. Изд. „Недра”. Москва.

SUMMARY

The profile of Lower Holocene sediments from Podgrodzie comprises sands, silts and clays with a peat intercalation of a total thickness of 12 m. They represent a series formed mainly in the preboreal and boreal phases of the Holocene, during a time interval determined approximately at 10 500—7000 years BP. Four lithostratigraphic units, designated as C, D, E and F, have been distinguished in the profile in question. They correspond to respective stages of the filling of a water basin of the oxbow lake type, and the formation of an alluvial fan (Mamakowa, Starkel 1977; Niedziałkowska et al., 1977). Detailed palaeontological investigations resulted in finding a great number of gastropod and pelecypod shells in the clays and silts of the member E, as well as in the underlying and overlying sediments. The malacofaunal assemblages contain 41 species of gastropods and 7 species of pelecypods. The frequency of their occurrence is presented according to the semi-quantitative method. The value of $\frac{1}{2} \log_{10}$ has been assumed as a basis for the division into frequency classes. Due to this assumption, the boundaries of these classes can be defined in the logarithmic distribution (fig. 1) which facilitates

the use of statistical and taxonomic methods for the interpretation of faunal assemblages.

The malacofauna found at Podgrodzie was determined in 22 samples representing the top part of the member D, the member E (layers 1—11), and the bottom part of the member F (fig. 2). It is distributed unevenly, both as regards the number of specimens and the number of taxons in respective samples (fig. 2 — L, T). Gastropods and pelecypods are the most abundant in the lower part of the member E whereas their assemblages show greatest differentiation in the middle part of this member. Aquatic molluscs predominate quantitatively in the lower part of the profile, their content being variable in the upper part (fig. 2 — W). The determined taxons (fig. 3) were listed according to the ecological groups denoted with symbols 1—10, adopting the method proposed by V. Ložek (1964).

Malacofaunal assemblages were distinguished on the basis of taxonomic analysis made in two variants (qualitative and quantitative methods), and on the basis of malacospectra of species (MSS) and individuals (MSI). The spectra show the presence of boundaries in the profile studied, which result from changes in the composition of molluscan assemblages. These changes are most pronounced between the Pg-7 and Pg-8, Pg-14 and Pg-15, or Pg-2 and Pg-3 samples (figs. 4, 5), and make it possible to distinguish three fossil assemblages:

- The assemblage of aquatic fauna (Pg-3 — Pg-7 samples) is homogeneous in composition. Land gastropods are very scarce.
- The assemblage of aquatic fauna with an admixture of land gastropods (Pg-8 — Pg-14, Pg-2 samples) is characterized by a great number of taxons. The aquatic fauna is markedly differentiated, and the land species, which make up 20—30% of the assemblage, are represented, e.g. by *Vertigo antivertigo*, which occurs only in this part of the profile.
- The assemblage of mixed fauna (Pg-15 — Pg-22 samples) is heterogeneous. Land molluscs are amply represented, the fauna becoming conspicuously poorer upwards. A feature deserving note is the appearance of forest gastropods.

The molluscan assemblages from Podgrodzie contain only the gastropod and pelecypod species reported from the present-day faunal assemblages of Poland. They developed during the period of gradual warming up, in the preboreal and boreal phases of the Holocene, reflecting the successive stages of the evolution of the sedimentary basin.

The complex of Holocene deposits at Podgrodzie begins with sands and stream gravels without fauna, overlain by silts and sands deposited beyond the channel line, in a flood plain or a meander. The assemblage of aquatic molluscs contains species typical of a fluvial environment, as well as of overgrown waters and waterside environments. For the most part, it is presumably allochthonous fauna (liptocenosis).

The successive stage in the evolution of the basin was a result of its being cut off from the direct influence of the river. The oxbow lake that formed was strongly overgrown and inhabited by aquatic molluscs. Its filling with organic matter led to the formation of peat and the reduction of the free water table. The basin became dismembered, which can be inferred from the composition of aquatic fauna (the occurrence of gastropods typical of small, intensely overgrown basins), and the appearance of land gastropods. This process went on for over 1000 years, and the effective accumulation of sediments can be estimated at 7—12 cm per 100 years. The malacofauna represents autochthonous thanatocenosis (assemblages with aquatic fauna). In the next stage the deposition rate was twice as rapid, and the oxbow lake was completely filled up. The aquatic fauna found here testifies to the existence of intensely overgrown and periodically drying up small basins, while the land fauna suggests the presence of a variety of changeable habitats (the assemblage of mixed fauna).

In the upper part of the profile malacofauna gradually disappears, showing that an alluvial fan began to form in place of the overgrown and filled-up water basin. It accumulated rapidly due to floods.