

ZMIANY ŚRODOWISKA NIECKI NIDZIAŃSKIEJ (POŁUDNIOWA POLSKA) W ŚWIELE ANALIZY MALAKOLOGICZNEJ MARTWIC WAPIENNYCH W PIŃCZOWIE

ENVIRONMENTAL CHANGES OF THE NIDA BASIN (SOUTH POLAND) IN THE LIGHT OF MALACOLOGICAL ANALYSIS OF CALCAREOUS TUSA IN PIŃCZÓW

WITOLD PAWEŁ ALEXANDROWICZ¹, MAGDALENA GOŁAS-SIARZEWSKA¹

Abstrakt. Badania malakologiczne zostały przeprowadzone w odstąpieniu martwic wapiennych i deluwii lessowych w Pińczowie na terenie Niecki Nidziańskiej. Zostały opisane bogate i zróżnicowane zespoły mięczaków. Ich skład gatunkowy i struktura odzwierciedlają zmiany środowiska sedymentacji osadów w późnym holocenie. Martwice wapienne utworzyły się w niewielkim zbiorniku wodnym powstałym na zapleczu grobli trawertynowej. Deluwia lessowa, stanowiąca strop profilu, są związane z rozwojem procesów stokowych, wywołanych działalnością rolniczą człowieka. Wiek deluwii został ustalony na podstawie datowania radiowęglowego i licznych fragmentów wyrobów ceramicznych na średniowiecze. Nastęstwo zespołów faunistycznych umożliwiło zdefiniowanie głównych faz zmian środowiska sedymentacyjnego, a także określenie roli wpływu człowieka na przebieg sedymentacji osadów oraz charakter i zróżnicowanie występujących w nich zespołów mięczaków. Stanowisko martwic w Pińczowie może służyć za modelowy profil przebiegu sedymentacji węglanej w niewielkich jeziorkach zaporowych oraz zmian antropogenicznych środowiska.

Słowa kluczowe: malakofauna, martwice wapienne, zmiany środowiska, antropopresja, Niecka Nidziańska, południowa Polska.

Abstract. Malacological researches were conducted in an outcrop of calcareous tufa and loess diluvium found in Pińczów, in the Nida Basin. Rich and varied mollusc assemblages were described in detail. The species composition and structure indicates changes in the sedimentary environment during the late Holocene. Calcareous tufa accumulated in a small reservoir formed at the back of travertine dam. The uppermost part of the profile composed of loess diluvium, point out to the development of slope processes induced by human agricultural activity. This sediment accumulated in the Middle Ages as determined from radiocarbon dating and numerous findings of pottery. The succession of the faunal assemblages enables to define the major phases of changes in the sedimentary environment, determine the human impact on the sedimentation and describe the malacofauna diversity. The tufa profile from Pińczów can serve as a model section presenting the carbonate sedimentation process in small lakes and anthropogenic environmental changes.

Key words: malacofauna, calcareous tufa, environmental changes, anthropopression, Nida Basin, southern Poland.

WSTĘP

Martwice wapienne są osadem szczególnie sprzyjającym zachowaniu się skorupki mięczaków w stanie subfosylnym. Wiąże się to z jednej strony ze stosunkowo spokojnym prze-

biegiem sedymentacji, a z drugiej – z dużą zawartością węglanu wapnia. Pierwszy z wymienionych czynników minimalizuje ryzyko zniszczenia skorupki w czasie depozycji,

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Analiz Środowiskowych, Kartografii i Geologii Gospodarczej; al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; e-mail: wpalex@geol.agh.edu.pl, mgolas@agh.edu.pl

podczas gdy drugi utrudnia chemiczne rozpuszczanie i fizyczne rozbijanie muszli znajdujących się już w osadzie. Jednocześnie redepozycja materiału muszlowego zachodzi na niewielką skalę, co w znacznym stopniu ułatwia interpretację zmian charakteru siedlisk, a co za tym idzie warunków środowiskowych w bezpośrednim otoczeniu miejsca depozycji osadów. Należy podkreślić, że zespoły mięczaków występujące w omawianych osadach charakteryzują z jednej strony warunki regionalne, a z drugiej lokalne cechy środowiska. Pierwszy z wymienionych aspektów jest podstawą do określenia trendów zmian paleogeograficznych i klimatycznych w skali regionów geograficznych, podczas gdy drugi daje, unikalną i zazwyczaj nieosiągalną innymi metodami, szansę rekonstrukcji lokalnych warunków zarówno w siedliskach lądowych, jak i wodnych. Najwcześniejsze opisy martwic wapiennych w Polsce pochodzą z przełomu XIX i XX wieku. Metodyczne badania nad asocjacjami malakologicznymi występującymi w martwicach wapiennych podjęto dopiero w ciągu ostatnich 30 lat. Objęły one szereg stanowisk tych osadów w pasie gór i wyżyn, a także na Nizinie Polskiej, co znalazło swoje odzwierciedlenie w bardzo licznych publikacjach i opracowaniach naukowych oraz popularno-naukowych.

Niecka Nidziańska stanowi obniżenie o charakterze asymetrycznego synklinorium wypełnionego przez utwory

kredy górnej i miocenu, które zostały przykryte przez zróżnicowane facjalnie osady czwartorzędowe (Rutkowski, 1986). W rejonie Pińczowa znajduje się wypiętrzenie zbudowane głównie z margli kredy górnej określane mianem Garbu Pińczowskiego. Garb ten ma przebieg NW-SE, długość około 42 km i maksymalną wysokość 293 m n.p.m. Charakteryzuje się płaską powierzchnią wierzchowinową i stromymi zboczami pociętymi przez liczne dolinki o znacznym spadku (Radłowska, 1966; Cabaj, Nowak, 1986). W jednej z takich właśnie dolinek, rozcinających południowo-zachodnie stoki Garbu Pińczowskiego, znajduje się odślonięcie martwic wapiennych.

Profil martwic wapiennych w Pińczowie i jego malakofauna nie doczekały się dotychczas szczegółowego opracowania, a jedynie krótkich wzmianek (W.P. Aleksandrowicz, 2004; W.P. Aleksandrowicz, Gołas-Siarzewska, 2011).

Omawiane stanowisko znajduje się w Pińczowie, około 200 m na wschód od rynku, na terenie nowo powstającego osiedla mieszkaniowego, przy cmentarzu miejskim (fig. 1). Martwice wapienne odślaniają się w prawym zboczu głęboko wciętej dolinki. Łączna miąższość osadów zawierających skorupki mięczaków przekracza 5 m. W lewym zboczu dolinki są odślonięte odwapnione i pozbawione skorupki mięczaków lessy zlodowacenia wisty.

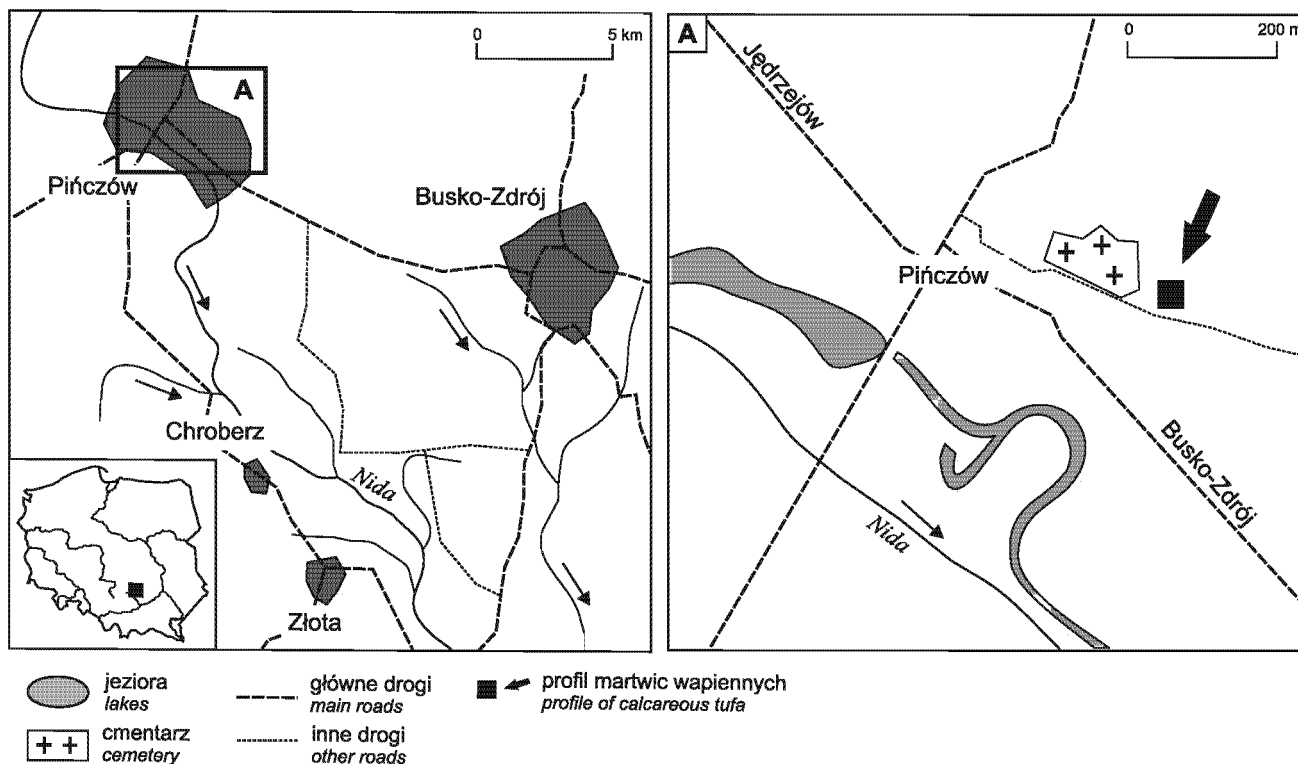


Fig. 1. Lokalizacja profilu martwic wapiennych w Pińczowie

Location of the calcareous tufa profile in Pińczów

MATERIAŁ I METODA BADAŃ

Odslonięcia omawianych utworów czwartorzędu rozpoczynają się kilka metrów powyżej wylotu dolinki i ciągną się w górę jej biegu na odcinku około 80–100 m (fig. 2). Podstawą analizy były próbki pobrane z czterech wkopów, które odsłoniły sekwencje utworów obejmujących piaski, martwice wapienne i deluwia lessowe. W najniższej części stanowiska znajduje się dość silnie zniszczona grobla trawertynowa. W celu przeprowadzenia analizy malakologicznej z czterech profili, których miąższość wahała się pomiędzy 2 a 4 m, pobrano łącznie 25 próbek (fig. 2). Ze względu na jednolite wykształcenie osadów i stosunkowo prostą korelację litologiczną, zestawiono zbiorczy profil obejmujący sekwencję o łącznej miąższości 5,20 m. Wykształcenie utworów odsłoniętych na stanowisku w Pińczowie jest następujące (od dołu) (fig. 2, 3):

- Piaski drobnoziarniste, niewyraźnie laminowane. W ich obrębie pojawiają się pojedyncze grudki martwic wapiennych i liczne skorupki mięczaków. Maksymalna miąższość piasków dochodzi do 60 cm i jest największa w bezpośrednim sąsiedztwie grobli trawertynowej.
- Martwice wapienne, średnio- i gruboziarniste, gruzłowate, luźne. Niekiedy zawierają duże bloki trawertynowe (o średnicy dochodzącej do 30 cm). Nagromadzenia tych bloków występują głównie w pobliżu grobli. W górę doliny stają się one coraz mniejsze i stopniowo zanikają. W omawianych martwicach bardzo liczne są skorupki mięczaków. Miąższość martwic wynosi

maksymalnie 170 cm i zmniejsza się w górę doliny. W najwyższej części odsłonięcia omawiana warstwa się nie pojawia (fig. 2).

- Białe i popielate mułki martwicowe, zawierające domieszki drobnoziarnistego piasku, zwłaszcza w części spągowej i liczne skorupki mięczaków. Miąższość warstwy wynosi 125 cm.
- Piaski drobnoziarniste o miąższości dochodzącej do 20 cm.
- Żółtawe deluwia lessowe z bardzo niewyraźnymi śladami laminacji. W ich obrębie pojawiają się sporadycznie małe okruchy margli kredowych. W środkowej części odsłonięcia są widoczne ślady po dwóch ogniskach. Są to soczewkowate nagromadzenia węgla drzewnych datowane przy użyciu metody radiowęglowej na 1080 ± 80 lat BP (Gd-4802). W wyższej części warstwy deluwii występują pojedyncze skorupy naczyń glinianych pochodzących ze średniowiecza. Miąższość omawianych osadów jest największa w górnej części stanowiska i osiąga 125 cm (fig. 2).
- Współczesna gleba z licznymi szczątkami pochodzenia antropogenicznego o miąższości do 20 cm.

Na potrzeby analizy malakologicznej spośród pobranych próbek wybrano 14 reprezentujących wszystkie wydzielone ogniwa litologiczne (fig. 3). Próbki obejmowały interwały o miąższości 20 cm i masie 2 kg każda i reprezentowały wszystkie wyróżnione w profilu warstwy (fig. 3).

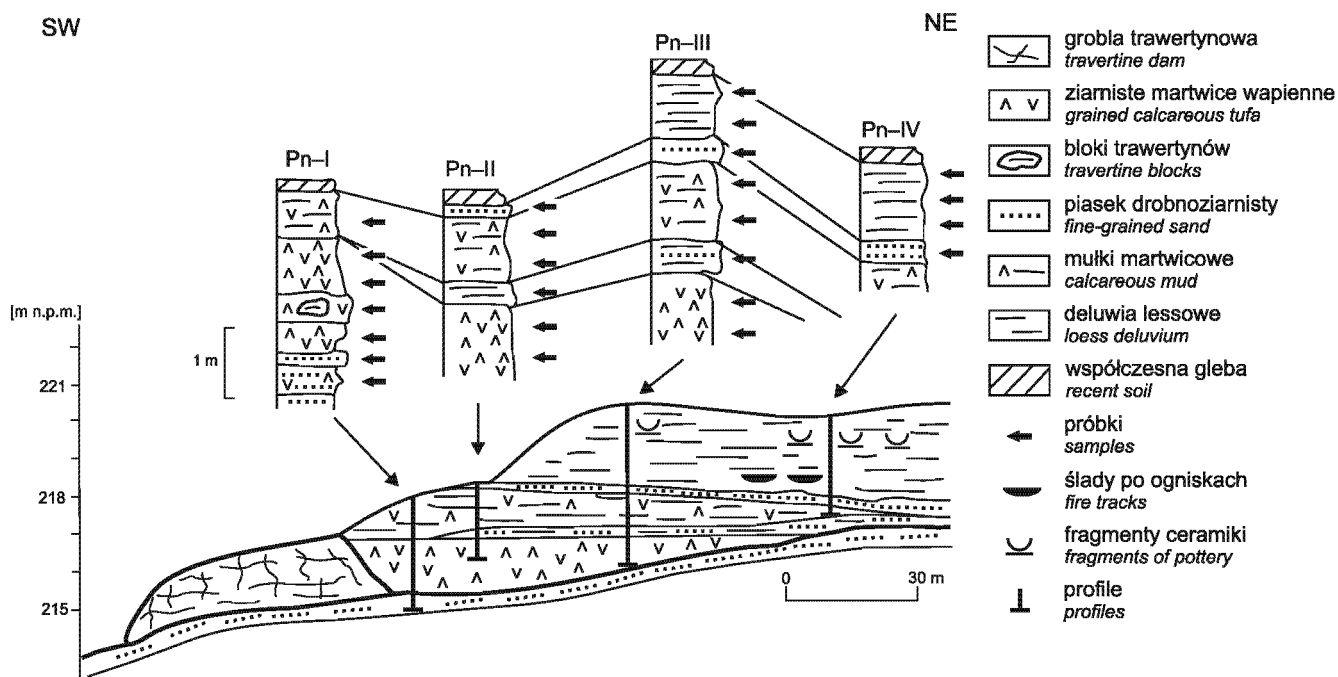


Fig. 2. Odslonięcie martwic wapiennych i deluwii lessowych w Pińczowie

Outcrop of calcareous tufa and loess diluvium in Pińczów

Próbki zostały poddane szlamowaniu na sicie o średnicy oczek 0,5 mm, a po wysuszeniu wybrano z nich wszystkie całkowicie zachowane skorupki mięczaków, zarówno formy dorosłe, jak i juwenilne oraz umożliwiające oznaczenie do rangi gatunku ułamki skorup. Te ostatnie zostały przeliczone na całe okazy zgodnie ze schematem opracowanym przez S.W. Alexandrowicza (1987). Liczba taksonów w poszczególnych próbkach zmieniała się od 5 do 28, podczas gdy liczba okazów wahała się odpowiednio od 21 do 2156 (fig. 3). Ogółem cały analizowany materiał obejmował 8525 okazów należących do 40 taksonów (27 gatunków ślimaków lądowych, 9 gatunków ślimaków wodnych i 3 gatunki małży oraz gatunek ślimaków nagich z wapiennymi płytkami, określonych zbiorczo nazwą *Limacidae* – (tab. 1).

Analiza malakologiczna została przeprowadzona na podstawie standardowej metody opisanej przez Lożka (1964) i S.W. Alexandrowicza (1987). Wymagania ekologiczne poszczególnych gatunków ślimaków i małży zostały określone na podstawie licznych opracowań (m.in. Lożek, 1964, 2000; Piechocki, 1979; Piechocki, Duyduch-Falniowska, 1993; Wiktor, 2004). Poszczególne gatunki zostały zaklasyfikowane do grup ekologicznych: F – gatunki cieniulubne, O – gatunki środowisk otwartych (łąkowe), M – gatunki mezofilne i H – gatunki higrofilne. W obrębie taksonów wodnych zo-

stały wyróżnione trzy grupy (S.W. Alexandrowicz, 1987): 10 – taksony typowe dla epizodycznych zbiorników wodnych, 11 – gatunki stałych zbiorników wód stojących i 12 – gatunki rzeczne i potokowe (reofilne). Udziały procentowe poszczególnych gatunków i grup ekologicznych, które umożliwiły konstrukcję diagramów malakologicznych, stały się podstawą do interpretacji peleośrodowiskowych i opisu zmian środowiska naturalnego w czasie sedymentacji osadów. W celu wyznaczenia faz zmian środowiska wykonano diagramy dwu- i trzyskładnikowe. Analiza taksonomiczna pozwoliła na określenie podobieństw pomiędzy poszczególnymi analizowanymi próbkami i wyznaczenie grup próbek charakteryzujących się obecnością zespołów mięczaków o zbliżonym składzie i strukturze. Do konstrukcji dendrogramu została zastosowana metoda opisana przez Morisite (1959), do obliczeń statystycznych wykorzystano program statystyczny PAST (Hammer i in., 2001). Pozycję stratygraficzną martwic wapiennych w Pińczowie oraz przykrywających ją deluwii lessowych ustalono na podstawie wyniku oznaczenia wieku metodą radiowęglową oraz datowania archeologicznego znalezionych fragmentów wyrobów ceramicznych. Analiza radiowęglowa została wykonana w Zakładzie Zastosowań Radioizotopów Instytutu Fizyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach.

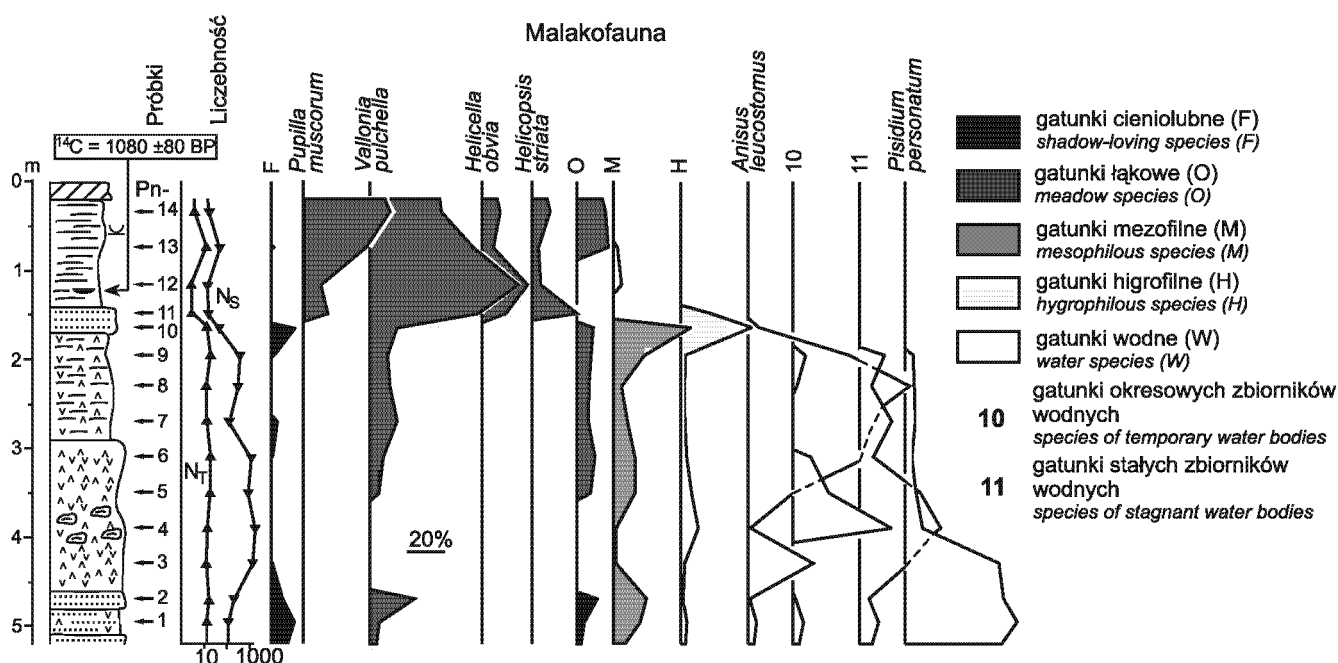


Fig. 3. Profil geologiczny i malakofauna na stanowisku w Pińczowie

N_T – liczebność taksonów; N_S – liczebność okazów; pozostałe objaśnienia na figurze 2

Geological profile and malacofauna at the Pińczów site

N_T – number of taxa; N_S – number of specimens; for other explanations see Figure 2

Tabela 1

Skład fauny mięczaków na stanowisku w Pińczowie
Composition of mollusc fauna at the Pińczów site

Grupy ekologiczne	Gatunek	Próbki													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
F	<i>Bradybaena fruticum</i>	8	9	16	1	4	17	2	1	2				1	
F	<i>Perforatella incarnata</i>					1									
F	<i>Perforatella bidentata</i>	4	10		5	1	8	4	1	8	5				
O	<i>Truncatellina cylindrica</i>	1	1				33	2						1	
O	<i>Vertigo pygmaea</i>		5			2	11			3				1	
O	<i>Pupilla muscorum</i>									1		2	2	18	15
O	<i>Vallonia costata</i>	3	22	3	1	58	132	8	25	40	3			2	3
O	<i>Vallonia pulchella</i>	4	64	2	10	42	121	23	46	57	5	10	17	30	12
O	<i>Chondrula tridens</i>													2	2
O	<i>Cecilioides acicula</i>													4	4
O	<i>Helicopsis striata</i>											4	1	2	3
O	<i>Helicella obvia</i>											2	5	3	3
O	<i>Cepaea vindobonensis</i>													2	
M	<i>Carychium tridentatum</i>				1	1	21			5					
M	<i>Cochlicopa lubrica</i>									6	5				
M	<i>Cochlicopa lubricella</i>	3	10			21	8	1	2	3					
M	<i>Vertigo angustior</i>		7			17	60	1	1	10	1				
M	<i>Punctum pygmaeum</i>	1	2	1	1	9	34	2		3					
M	<i>Vitriina pellucida</i>						1								
M	<i>Nesovitrea hammonis</i>	3	12	4	4	31	57	4	5	20	2				
M	<i>Nesovitrea petronella</i>		2						1	17					
M	<i>Limacidae</i>	2	5	2	6	17	9	1	3	15	1		1	1	
M	<i>Euconulus fulvus</i>	5	10	3	12	11	27	3	7	15	6				
H	<i>Carychium minimum</i>	2	1	1		8	12	1	1	6	3				
H	<i>Succinea putris</i>	1	1	15	51	9	27	2	7	6	4	3			
H	<i>Vertigo antivertigo</i>			4	100	28	22		1	3	2				
H	<i>Vertigo moulinsiana</i>			5	21	1	1								
H	<i>Zonitoides nitidus</i>		1							1	5				
10	<i>Valvata cristata</i>	5	3	7	936	148	178		4	26					
10	<i>Aplexa hypnorum</i>				4	3				15					
10	<i>Galba truncatula</i>				10	28	15			1					
10	<i>Anisus leucostomus</i>	5	2	386	27	200	1132	97	371	314	2				
10	<i>Pisidium obtusale</i>									5					
11	<i>Bithynia tentaculata</i>						1								
11	<i>Stagnicola palustris</i>		6		210	167	89								
11	<i>Radix balthica</i>	3	4	10	58	82		25	24	55					
11	<i>Armiger crista</i>		2	1	124	4			1	22					
11	<i>Acroloxus lacustris</i>	6		288	393	18		3							
11	<i>Pisidium casertanum</i>					5				1					
12	<i>Pisidium personatum</i>	55	143	563	181	72	65	10	12	25					
Gatunki		17	22	17	21	27	24	16	18	28	13	5	5	12	7
Okazy		111	322	1311	2156	988	2081	187	513	658	44	21	26	67	42

Grupy ekologiczne (Lożek, 1964; S.W. Alexandrowicz, 1987): F – gatunki cieniulubne; O – gatunki środowisk otwartych (łąkowe); M – gatunki mezofilne; H – gatunki higrofilne; 10 – gatunki okresowych zbiorników wodnych; 11 – gatunki stałych zbiorników wodnych; 12 – gatunki wód płynących (reofilne)

Ecological groups (Lożek, 1964; S.W. Alexandrowicz, 1987): F – shadow-loving species; O – open-country (meadow) species; M – mesophilous species; H – hygrophilous species; 10 – species of temporary water bodies; 11 – species of stagnant water bodies; 12 – flowing water (rheophile) species

WYNIKI BADAŃ

Malakofauna rozpoznana w profilu w Pińczowie jest bogata i wykazuje bardzo dużą zmienność składu i struktury w profilu pionowym. Próbki 1–10 charakteryzują się obecnością bardzo bogatej fauny (duża liczba okazów i znaczna różnorodność gatunkowa), podczas gdy w górnym interwale profilu (próbki 11–14) zaznacza się występowanie uboższego zespołu mięczaków z małą liczbą okazów i gatunków (fig. 3).

Spośród 40 rozpoznanych 30 gatunków to formy o istotnym znaczeniu do interpretacji malakologicznej. Do tej grupy należą: taksony występujące pospolicie w obrębie całego profilu (np. *Vallonia pulchella* (Müller)); gatunki bardzo licznie pojawiające się w poszczególnych odcinkach profilu (np. *Pisidium personatum* Malm, *Acroloxus lacustris* (Linnaeus), *Anisus leucostomus* (Millet)) oraz ślimaki występujące wprawdzie mniej licznie, ale o dużym znaczeniu dla interpretacji paleośrodowiskowych (np. *Helicopsis striata* (Müller)). Pozostałe 10 form pojawia się tylko w nielicznych próbkach i niemal zawsze jako pojedyncze osobniki (tab. 1).

W najniższej części sekwencji profilu zaznacza się bardzo duży udział *Pisidium personatum* Malm. Jest to gatunek zasiedlający szybko płynące potoki o dobrze natlenionej wodzie i stałej temperaturze, a także strefy źródeł. Jest on

pospolitym składnikiem zespołów mięczaków występujących we współcześnie wytrącanych martwicach przyźródłowych, których bardzo liczne stanowiska opisano na obszarze Karpat fliszowych, Pienin i Niecki Podhalańskiej (W.P. Aleksandrowicz, 1997, 2004, 2009b, 2010) (fig. 3, 4). Powyżej w obrębie gruzłowatych martwic wapiennych i mułków martwicowych (fig. 3, 4) dominującą rolę odgrywają gatunki wodne, typowe dla zbiorników wód stojących. Możliwe jest tu wyróżnienie dwóch grup takich taksonów. Do pierwszej z nich zaliczają się formy zasiedlające stałe, małe i płytkie zbiorniki o bujnej wegetacji roślinnej (*Stagnicola palustris* (Müller), *Radix balthica* (Linnaeus), *Acroloxus lacustris* (Linnaeus), *Armiger crista* (Linnaeus)). Drugą grupę stanowią ślimaki i małże dobrze znoszące okresy wysychania zbiornika i mogące przetrwać dłuższe okresy w wilgotnych siedliskach lądowych. Typowym przedstawicielem tej grupy jest *Anisus leucostomus* (Millet), występujący bardzo licznie, zwłaszcza w obrębie serii mułków martwicowych przykrywających typowo wykształcone martwice. Forma ta jest składnikiem charakterystycznym dla malakocenozy martwic wapiennych deponowanych w małych zbiornikach wodnych (S.W. Aleksandrowicz, 1983, 1987, 1997; W.P. Aleksandrowicz, 2004) (fig. 3, 4).

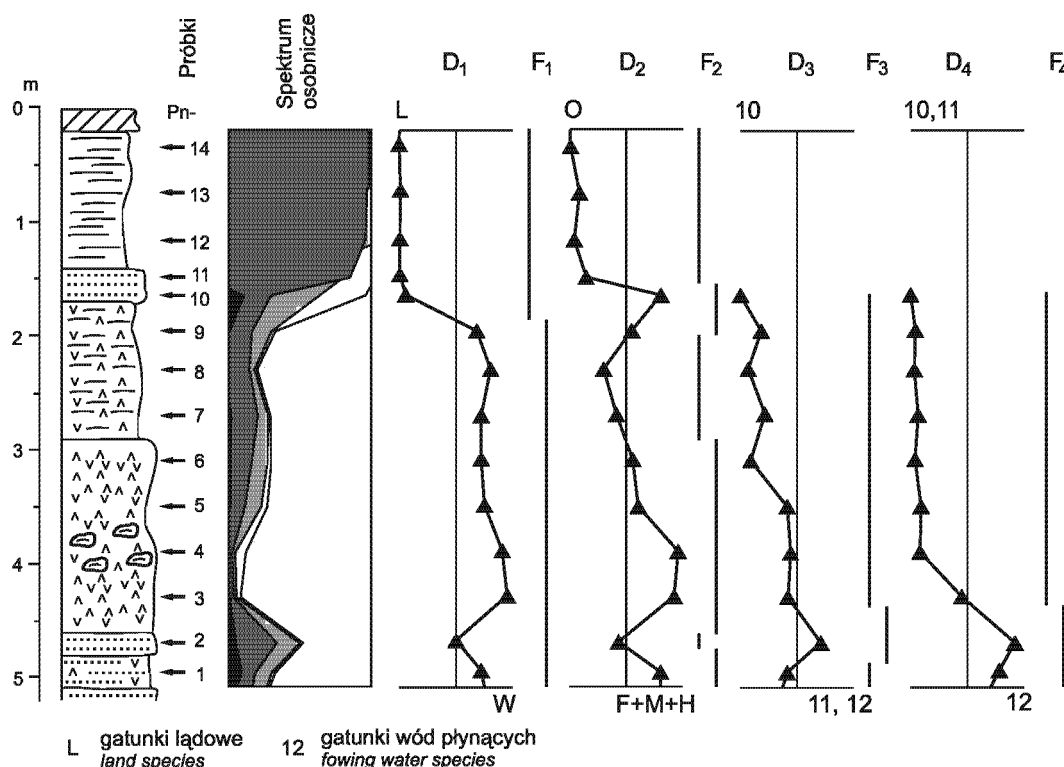


Fig. 4. Malakologiczne spektrum osobnicze i diagramy dwuskładnikowe

D₁–D₄ – diagramy dwuskładnikowe; F₁–F₄ – fazy zmian środowiska; pozostałe objaśnienia jak na figurze 3

Malacological spectrum of individuals and two-component diagrams

D₁–D₄ – two-component diagrams; F₁–F₄ – phases of environmental changes; for other explanations see Figure 3

Istotna zmiana składu i struktury ekologicznej fauny zaznacza się w piaskach leżących powyżej serii mułków martwicowych (fig. 3, 4). Obserwować tu można gwałtowny zanik form wodnych, których miejsce zajmują gatunki lądowe reprezentowane przez formy wilgociolubne (*Succinea putris* (Linnaeus)) oraz gatunki mezofilne preferujące wilgotne siedliska (*Vertigo angustior* Jeffrey, *Euconulus fulvus* (Müller)). Coraz większą rolę odgrywają także ślimaki łąkowe typowe dla stosunkowo suchych i całkowicie otwartych siedlisk (*Vallonia pulchella* (Müller), *V. costata* (Müller)) (fig. 3, 4). Stropowa część profilu obejmująca deluwia lessowe zawiera ubogą pod względem składu gatunkowego faunę. Występują tu wyłącznie ślimaki lądowe, a dominującą rolę odgrywają taksony otwartych siedlisk łąkowych (*Vallonia pulchella* (Müller), *Vallonia costata* (Müller), *Pupilla muscorum* (Linnaeus)). Pojawiają się także formy kserofilne występujące na bardzo suchych i silnie nasłonecznionych stanowiskach (*Helicopsis striata* (Müller), *Helicella obvia* (Menke), *Cepaea vindobonensis* (Férussac)). Charakterystyczna jest obecność nielicznych skorupki *Cecilioides acicula* (Müller). Gatunek ten jest typowym przedstawicielem fauny podziemnej i jest uważany za wskaźnikowy dla obszarów rolniczych (S.W. Alexandrowicz i in., 1997; W.P. Alexandrowicz, 1997, 2004) (fig. 3, 4).

Diagramy dwuskładnikowe dobrze ilustrują zmiany struktury ekologicznej fauny występującej w martwicach wapiennych i deluwia lessowych na stanowisku w Pińczo- wie (fig. 4). Ich analiza pozwala na wyróżnienie faz zmian środowiska sedymentacyjnego. Na pierwszym z diagramów (fig. 4 – D₁) zaprezentowano proporcje pomiędzy gatunkami lądowymi (L), a wodnymi (W). Niższa część profilu charakteryzuje się bardzo wyraźną dominacją elementu wodnego,

a udział form lądowych dochodzi najwyżej do 30%. Wyraźna zmiana składu fauny, podkreślona zanikiem gatunków wodnych, zaznacza się w obrębie warstwy piaszczystej, przykrywającej sekwencję martwic wapiennych i mułków martwicowych (fig. 4 – D₁, F₁). Jest to wskaźnik gwałtownego osuszenia siedlisk. Na drugim diagramie (fig. 4 – D₂) ukazano zmiany struktury ekologicznej składnika lądowego fauny. Niższa część profilu cechuje się znacznym, wahającym się między 40 a 80% udziałem form ceniolubnych, mezofilnych i higrofilnych (F, M, H). W górnej części sekwencji osadowej pojawiają się niemal wyłącznie gatunki typowe dla otwartych i suchych siedlisk (O). Wyraźna zmiana charakteru fauny wiąże się ponownie z piaszczystą warstwą przykrywającą martwice wapienne (fig. 4 – D₂, F₂). Pozostałe dwa diagramy odnoszą się do charakteru składnika wodnego omawianej fauny. Na pierwszym z nich (fig. 4 – D₃) przedstawiono stosunek pomiędzy gatunkami okresowych zbiorników wodnych (10) a formami typowymi dla stałych zbiorników i gatunkami reofilnymi (11, 12). Zwraca uwagę utrzymujący się w obrębie niemal całej sekwencji znaczny udział charakterystycznych form dla zbiorników epizodycznych. Ich przewaga wzrasta ku stropowi i jest wyraźnie widoczna w serii mułków martwicowych. Wskazuje to na postępujący zanik zbiornika wodnego tj. przekształcanie go ze zbiornika stałego w okresowo wysychający (fig. 4 – D₃, F₃). Na ostatnim z diagramów zilustrowano stosunek gatunków reofilnych (12) do form charakterystycznych dla zbiorników wód stojących (10, 11). Pierwsze z wymienionych gatunków przeważają w spągowej części profilu, a ku stropowi zaś ich udział wyraźnie się zmniejsza. Najprawdopodobniej następowało stopniowe zmniejszanie się wpływu potoku na środowisko sedymentacyjne martwic wapiennych (fig. 4 – D₄, F₄).

ZESPOŁY MIĘCZAKÓW

Analiza taksonomiczna wskazuje na obecność pięciu wyraźnie różniących się zespołów fauny (fig. 5). Nawiązują one do zmian warunków środowiska zachodzących w trakcie sedymentacji osadów odsłoniętych na omawianym stanowisku.

Zespół z *Pisidium personatum* (Pp). Malakocenoza ta pojawia się w najniższej części profilu (próbki 1 i 2) (fig. 5). Najbardziej charakterystyczną cechą tej fauny jest bardzo liczne występowanie reofilnego gatunku *Pisidium personatum* Malm, którego udział w zespole przekracza 50%. Uzupełnienie tej fauny stanowią gatunki wodne typowe dla okresowych zbiorników (*Valvata cristata* Müller, *Anisus leucostomus* (Millet)). Udział gatunków lądowych jest niewielki i sięga 20% zespołu. Na szczególną uwagę zasługuje występowanie form preferujących otwarte siedliska o stosunkowo suchym podłożu: *Vallonia pulchella* (Müller) i *V. costata* (Müller) oraz charakterystycznego dla rzadkich lasów olchowych ślimaka *Perforatella bidentata* (Gmelin). Opisany powyżej zespół wskazuje na środowisko niewielkiego potoku o szyb-

kim prądzie. W jego otoczeniu dominowały łąki, a brzegi były porośnięte przez zarośla z dominującym udziałem olszy. Fauna o podobnym składzie była opisywana w licznych profilach martwic tworzących się w dolinach niewielkich potoków lub w strefach źródeł, głównie na terenie Karpat (W.P. Alexandrowicz, 1997, 2004, 2009b, 2010) i w rejonie Krakowa (S.W. Alexandrowicz, 1983, 1997; W.P. Alexandrowicz, 2004).

Zespół z *Acroloxus lacustris* (Ala). Jest to fauna związana z niższą częścią sekwencji martwic wapiennych (próbki 3–5) (fig. 5). Charakterystyczną cechą tego zespołu jest dominacja gatunków wodnych, przy bardzo małym udziale form lądowych. Te ostatnie są reprezentowane głównie przez gatunki typowe dla siedlisk o bardzo dużej wilgotności: *Succinea putris* (Linnaeus), *Vertigo antivertigo* Jeffrey, *V. moulinsiana* (Dupuy). Gatunki środowiska wodnego to formy zasiedlające niewielkie, stałe zbiorniki wodne jak: *Stagnicola palustris* (Müller), *Acroloxus lacustris* (Linnaeus), *Armiger crista* (Linnaeus), czy formy odporne na wysychanie: *Valvata cristata* Müller,

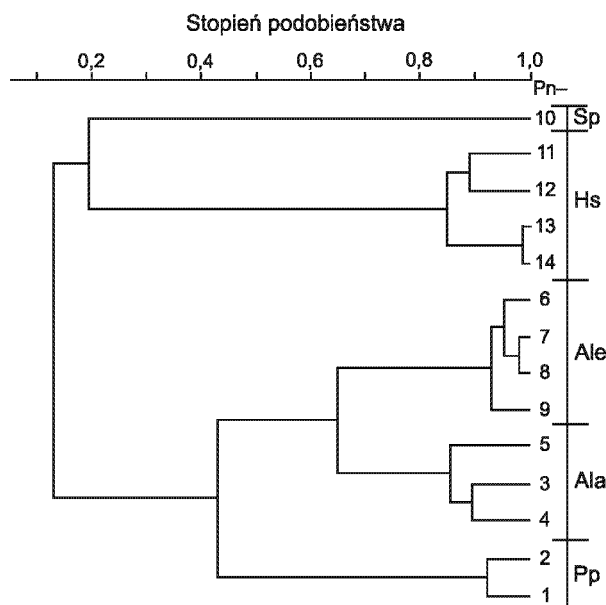


Fig. 5. Dendrogram podobieństw zespołów fauny

Pp, Ala, Ale, Sp, Hs – zespoły opisane w tekście

Similarity dendrogram of faunal assemblages

Pp, Ala, Ale, Sp, Hs – assemblages described in text

Anisus leucostomus (Millet). Brak jest natomiast gatunków typowych dla większych i głębszych jezior. Znacznie ograniczeniu ulega także frekwencja *Pisidium personatum* Malm. Skład zespołu wskazuje na środowisko małego, stałego zbiornika wodnego o bujnej roślinności. Podobne zespoły były opisywane z kilku stanowisk martwic wapiennych w południowej Polsce (W.P. Aleksandrowicz, 2004), a także ze stanowisk osadów jeziornych (S.W. Aleksandrowicz, 1989b; W.P. Aleksandrowicz, 1999, 2007).

Zespół z *Anisus leucostomus* (Ale). Ta bardzo charakterystyczna malakocenoza występuje głównie w obrębie mułków martwicowych (próbki 6–9) (fig. 5). Jej wyróżniającą cechą jest obecność licznych skorupki *Anisus leucostomus* (Millet), któremu zazwyczaj towarzyszą inne gatunki wodne dobrze znoszące okresy wysychania zbiornika (*Valvata cristata* Müller, *Galba truncatula* (Müller)). Uzupełnienie stanowią znacznie rzadsze formy zasiedlające zbiorniki wód stojących o bardziej stałym charakterze: *Radix balthica* (Linnaeus), *Armiger crista* (Linnaeus). Zwiększa się także udział gatunków lądowych i to zarówno form wilgociolubnych (*Succinea putris* (Linnaeus)), mezofilnych (*Euconulus fulvus* (Müller), *Nesovitrea hammonis* (Ström)) jak i łąkowych form preferujących stosunkowo suche siedliska (*Vallonia pulchella* (Müller), *V. costata* (Müller)). Omawiany zespół wskazuje na istnienie płytkiego i często wysychającego zbiornika wodnego. Na jego brzegach dominowały otwarte, wilgotne siedliska, a w otoczeniu suche biotopy łąkowe. Zespół z *Anisus leucostomus* jest jedną z najczęściej opisywanych asocjacji występujących powszechnie w różnowiekowych osadach

kredy jeziornej (S.W. Aleksandrowicz, Tchórzewska, 1981; S.W. Aleksandrowicz, 1989b; W.P. Aleksandrowicz, 1999, 2007; S.W. Aleksandrowicz, W.P. Aleksandrowicz, 2010), jak również w martwicach wapiennych (S.W. Aleksandrowicz, 1983, 1997; W.P. Aleksandrowicz, 2004).

Zespół z *Succinea putris* (Sp) występuje w obrębie warstwy piasków przykrywających serię martwic (próbka 10) (fig. 5), ma ubogą faunę charakteryzującą się dużym udziałem gatunków wilgociolubnych: *Succinea putris* (Linnaeus), *Zonitoides nitidus* (Müller), *Perforatella bidentata* (Gmelin) i form mezofilnych, preferujących wilgotne siedliska *Euconulus fulvus* (Müller), *Cochlicopa lubrica* (Müller). Uzupełnienie stanowią sucholubne ślimaki łąkowe (*Vallonia pulchella* (Müller), *V. costata* (Müller)). Zanikają natomiast taksony wodne. Omawiany zespół wskazuje na zanik zbiornika wodnego i przekształcenie dna doliny w wilgotne środowisko lądowe, z niewielkimi kępami zarośli olchowych. Podobne zespoły są znane z kilku stanowisk martwic wapiennych (W.P. Aleksandrowicz, 1997, 2004, 2009b, 2010). Pojawiają się one także w sekwencjach osadów jeziornych, wskazując fazy zaniku zbiorników wodnych i przekształcania ich w wilgotne siedliska lądowe (S.W. Aleksandrowicz, 1989b; W.P. Aleksandrowicz, 1999, 2007).

Zespół z *Helicopsis striata* (Hs). Fauna ta jest związana ze stropową partią profilu i została rozpoznana w próbkach 11–14 (fig. 5). Charakteryzuje się ona ubogim składem gatunkowym i niewielkim zróżnicowaniem ekologicznym. Występują wyłącznie gatunki reprezentujące suche, otwarte siedliska. Najlicniejszą grupę stanowią ślimaki łąkowe (*Vallonia pulchella* (Müller), *V. costata* (Müller), *Pupilla muscorum* (Linnaeus)). Istotną rolę w omawianym zespole odgrywają także formy kserofilne zasiedlające bardzo suche i silnie nasłonecznione biotopy: *Helicopsis striata* (Müller), *Helicella obvia* (Menke), *Cepaea vindobonensis* (Férussac). Należy także wspomnieć o charakterystycznym dla obszarów rolniczych *Cecilioides acicula* (Müller), którego skorupki zostały znalezione w najwyższej części profilu. Prezentowany zespół jest typowy dla otwartych oraz suchych biotopów lądowych i obszarów rolniczych. Był on notowany w licznych stanowiskach martwic wapiennych i osadów rzecznych w pasie wyżyn środkowopolskich (S.W. Aleksandrowicz, 1992, 1997; S.W. Aleksandrowicz i in., 1997; W.P. Aleksandrowicz, 2001, 2004).

Następstwo zespołów mięczaków odzwierciedlające zmiany charakteru środowiska sedymentacyjnego ilustrują trójkaty projekcyjne (fig. 6). Pierwszy z nich odnosi się do całej analizowanej fauny i przedstawia zmiany typów siedlisk oraz tendencję do ich osuszania. Próbkę reprezentującą zespoły z *Pisidium personatum* (Pp), z *Acroluxus lacustris* (Ala) i z *Anisus leucostomus* (Ale) grupują się w polu fauny wodnej. Próbkę reprezentującą zespół z *Succinea putris* (Sp) jest wyraźnie przesunięta w kierunku fauny lądowej, podczas gdy punkty odpowiadające próbce zawierającym zespół z *Helicopsis striata* (Hs) są zgrupowane w polu odnoszącym się do środowisk otwartych (fig. 6A). Drugi diagram (fig. 6B)

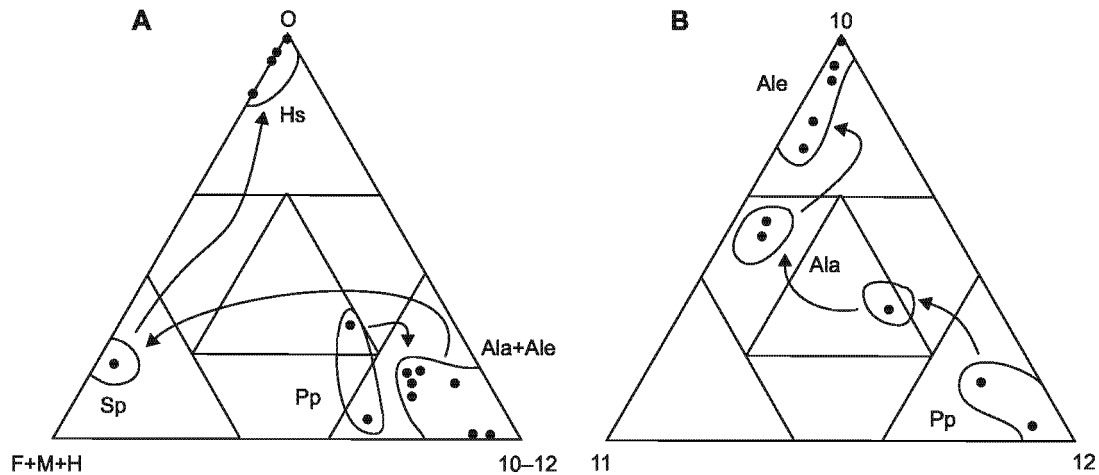


Fig. 6. Następnictwo zespołów faunistycznych w profilu na stanowisku w Pińczowie

A, B – diagramy opisane w tekście; pozostałe objaśnienia na figurze 5 i w tabeli 1

Succession of mollusc assemblages at the Pińczów site

A, B – diagrams described in text; for other explanations see Figure 5 and Table 1

prezentuje zmiany fauny wodnej. Zaznacza się tu przejście od zespołów ze znacznym udziałem gatunków reofilnych (zespół z *Pisidium personatum* (Pp)), poprzez asocjacje stałych

zbiorników wód stojących (zespół z *Acroloxus lacustris* (Ala)) aż po faunę z *Anisus leucostomus* (Ale) zdominowaną przez taksony okresowych zbiorników wodnych (fig. 6B).

POZYCJA STRATYGRAFICZNA PROFILU

Wiek osadów odsłoniętych w Pińczowie został ustalony na podstawie przesłanek pośrednich i bezpośrednich. Pośrednio o wieku martwic wapiennych budujących spagowąż część profilu świadczą rozpoznane tu zespoły fauny. Nie została stwierdzona obecność jakichkolwiek zimnolubnych taksonów takich jak np. *Vertigo genesii* (Gredler), *V. geyeri* Lindholm, *Columella columella* (Martens), *Pisidium obtusale laponicum* Clessin, *Gyraulus laevis* (Alder) czy *Discus ruderatus* (Férussac), charakterystycznych dla późnego glacjału i wczesnego holocenu. Wymienione powyżej formy są pospolicie spotykane w osadach tego wieku i powszechnie uważane za wskaźniki stratygraficzne (Lożek, 1964, 1982, 2000; S.W. Alexandrowicz, 1987; Limiondin-Lozouet, 1992; Füköh, 1995; W.P. Alexandrowicz, 2009a i in.). W omawianych osadach nie pojawiają się także ślimaki typowe dla fazy optimum klimatycznego holocenu. Wyjątkiem jest *Vertigo moulinsiana* (Dupuy), jednak gatunek ten żyje do dziś na terenie Niecki Nidziańskiej i jest optymalnym reliktem (Riedel, 1988; Pokryszko, 1991; Wiktor, 2004; Barga-Więcławska, 2011), w związku z tym nie może być traktowany jako wskaźnik stratygraficzny. Z powyższych faktów wynika więc, że omawiane martwice wapienne tworzyły się w późnym holocenie. Dodatkowych wskazówek dostarcza występowanie w serii deluwii lessowych *Helicella obvia* (Menke) i *Cepaea vindobonensis* (Fér-

rusac), które przybyły na obszar Polski z południa Europy dopiero w średniowieczu (W.P. Alexandrowicz, S.W. Alexandrowicz, 2010). Z tym okresem wiąże się także częsta obecność *Cecilioides acicula* (Müller) – gatunku związanego z terenami rolniczymi (S.W. Alexandrowicz i in., 1997). Bezpośrednich danych o wieku osadów dostarczają wyniki datowania radiowęglowego oraz archeologicznego datowania fragmentów ceramiki. Analizie radiowęglowej zostały poddane okruchy węgla drzewnego, znalezione w niższej części serii deluwii lessowych przykrywających martwice wapienne (fig. 3). W obrębie wspomnianych deluwii znajdują się pozostałości po dwóch ogniskach. Są one dobrze widoczne w odsłonięciu jako ciemne soczewki z dużą ilością węgla drzewnego. Soczewki te mają długość 0,7–1,1 m i tworzą wyraźny poziom (fig. 2). Wynik datowania – 1080 ± 80 lat BP (Gd-4802) wskazuje na okres wczesnego średniowiecza (IX wiek). Drugim wskaźnikiem stratygraficznym są fragmenty wyrobów ceramicznych. Występują one licznie w wyższej części serii deluwii lessowych i pochodzą z późnego średniowiecza (XIII–XIV wiek) (fig. 2, 3).

Obserwowane następnictwo zespołów mięczaków w zestawieniu z profilem litologicznym wskazują na stosunkowo ciągłą sedymentację osadów. Martwice wapienne i podścielające je piaski prawdopodobnie reprezentują fazę subatlantycką, a stropowe deluwia – okres średniowiecza.

PODSUMOWANIE

Szczegółowa analiza malakologiczna, wsparta obserwacjami litologicznymi i oznaczeniami wieku, daje podstawy do rekonstrukcji faz tworzenia się osadów odsłoniętych na stanowisku w Pińczowie.

Faza I. Zapisem są piaski stanowiące spąg profilu. Zawierają one zespół mięczaków z dominującym udziałem gatunków reofilnych (zespół z *Pisidium personatum*). Wykształcenie tych osadów oraz zawartość malakofauny wskazują na środowisko niewielkiego potoku, który wypływał ze źródła położonego około 200 metrów powyżej ujścia dolinki. Omawianą fazę można wiekowo wiązać ze schyłkiem fazy subborealnej lub początkiem subatlantyckiej (fig. 7 – faza I).

Faza II. To okres tworzenia grobli trawertynowej. Grobla ta przegrodziła dolinę potoku, doprowadziła do spiętrzenia wód i w efekcie do powstania na jej zapleczu niewielkiego, płytkiego jeziora zaporowego, wypełnianego stopniowo przez ziarniste martwice wapienne. Obecnie trudno jest jednoznacznie określić proces, który doprowadził do powstania przegrody trawertynowej. Jedną z możli-

wości mogło być zatamowanie odpływu z doliny poprzez nagromadzenie pni i gałęzi w czasie wezbrania powodziowego. Intensywne opady nierzadko mogą doprowadzić do znacznego wezbrania nawet w obrębie niewielkich dolin, a siła transportowa takich potoków jest często bardzo duża. Zjawiska takie były obserwowane w czasie powodzi w niewielkich dolinach na terenie Niecki Nidziańskiej (Bryndał i in., 2008). Inną, bardziej prawdopodobną możliwością powstawania tamy, było stawianie zapór przez bobry – formy o takim charakterze były opisywane z licznych stanowisk martwic wapiennych w rejonie Krakowa (S.W. Alexandrowicz, 1983, 1997; W.P. Alexandrowicz, 2004) (fig. 7 – faza II). Zarówno w pierwszym, jak i w drugim przypadku, na powstałej w efekcie powodziowego wezbrania przegrodzie, dochodziło do wytrącania węglanu wapnia i tworzenia trawertynów stabilizujących i utwardzających tę przegrodę.

Faza III. To okres funkcjonowania niewielkiego, stałego zbiornika wodnego rozwiniętego na zapleczu istniejącej grobli trawertynowej. W zbiorniku tym dochodziło do sedymentacji ziarnistych martwic wapiennych. Stanowił on jednocześnie miejsce życia dla licznych gatunków mięczaków wodnych tworzących charakterystyczny zespół z *Acroloxus lacustris* (fig. 7 – faza III).

Faza IV. Obejmuje okres stopniowego wypełniania jeziora zaporowego i przekształcania go w epizodyczny zbiornik wodny zasiedlony przez zespół z *Anisus leucostomus*. Stosunkowo miększa seria osadów martwicowych świadczy o tym, że zbiornik zaporowy musiał istnieć przez dłuższy czas. Sama grobla trawertynowa musiała być więc w tym okresie nadbudowywana. Może to być istotną przesłanką potwierdzającą rolę bobrów w utrzymywaniu zbiornika wodnego na zapleczu grobli trawertynowej (fig. 7 – faza IV).

Faza V. Reprezentuje okres bardzo istotnych zmian siedliskowych. Grobla trawertynowa uległa rozcięciu, co doprowadziło do zdrenowania jeziora zaporowego i w konsekwencji do zaniku fauny wodnej. W to miejsce pojawił się charakterystyczny dla wilgotnych biotopów lądowych zespół z *Succinea putris*. Zniszczenie grobli trawertynowej mogło być spowodowane wzrostem intensywności zjawisk fluwialnych. Nasilenie tych procesów mogło wiązać się ze wzrostem wilgotności i ochłodzeniem klimatu przypadającym na V i VI wiek, a odnotowanym w bardzo licznych profilach osadów rzecznych (Starkel 1994, 2000, 2005; Klimek i in., 2006) (fig. 7 – faza V).

Faza VI. Odpowiada okresowi depozycji deluwiiw lesowych zawierających ubogi zespół z *Helicopsis striata*. Z fazą tą wiąże się znaczne zmiany zarówno charakteru sedymentacji (z potokowo-jeziornej na stokową), jak i przebudowy składu oraz struktury zespołu mięczaków. Procesy te niewątpliwie można wiązać z nasileniem antropopresji. Dzięki datowaniu radiowęglowemu i licznym fragmentom naczyń ceramicznych okres tworzenia stropowej części profilu został określony na IX–XIV wiek. Przypada ona na

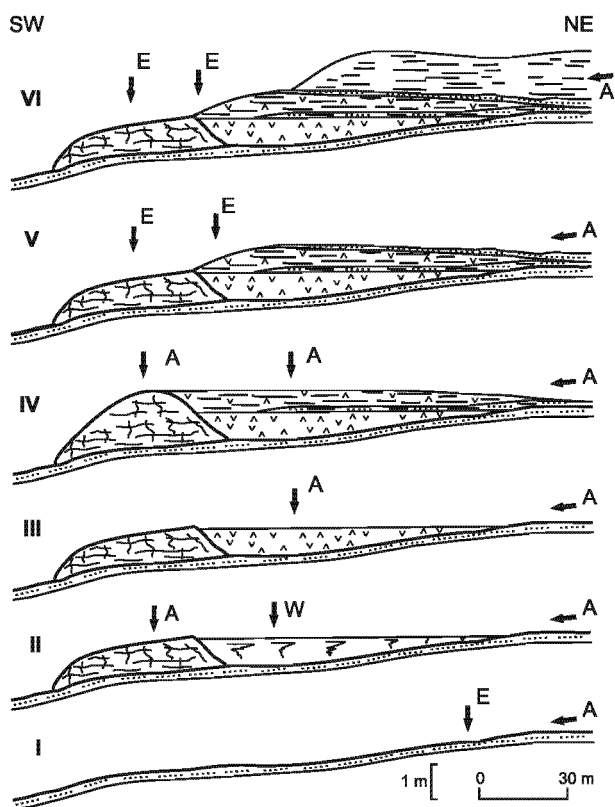


Fig. 7. Fazy rozwoju stanowiska martwic wapiennych na stanowisku w Pińczowie

I–VI – fazy opisane w tekście; A – akumulacja; E – erozja; W – zbiornik wodny; inne objaśnienia jak na figurze 2

Stages of development of calcareous tufa at the Pińczów site

I–VI – phases described in text; A – accumulation; E – erosion; W – water body; for other explanations see Figure 2

tw. średniowieczne optimum klimatyczne (Grove, Switsur, 1994; Huges, Diaz, 1994; Bradley, 2000; Briffa, 2000; Jones, Mann, 2004). Obszar Niecki Nidziańskiej ze względu na swoje ukształtowanie i korzystne warunki środowiskowe, był zasiedlony przez społeczności rolnicze już w okresie neolitu. W tym czasie doszło do znacznych wylesień dna niecki (Broda, 1985). Mniej korzystne dla rozwoju rolnictwa tereny, strome zbocza Garbu Pińczowskiego, były poddane znacznie mniejszej antropopresji. Sytuacja uległa zmianie w średniowieczu. Powiązać to można z wprowadzaniem gospodarki folwarcznej, a zatem ze zmianami w technice i sposobie uprawy ziemi oraz szybkim rozwojem demograficznym (Klimowicz, 1993; Śnieszko, 1995; Kruk i in., 1996; Twardy, 2002; Paluszek, Żembrowski, 2008). Te i inne zjawiska wymusiły pozyskiwanie nowych terenów pod uprawy, co doprowadziło do wylesień w obrębie stoków. W efekcie tego procesu znacząco nasiliły się procesy spłukiwania. Nastąpiła depozycja w obrębie dolin grubych serii osadów pylastych, określanych mianem mady rolniczej młodszej (Rutkowski, 1987, 1991; S.W. Alexandrowicz, 1988, 1992; Rutkowski, Starkel, 1989; S.W. Alexandrowicz i in., 1997; W.P. Alexandrowicz, 2004). Procesy te były szczególnie intensywne na obszarach o dobrze rozwiniętej pokrywie lessowej (S.W. Alexandrowicz i in., 1997; Klimek i in., 2006), co można obserwować m.in. na stanowisku w Pińczowie. Seria stropowych osadów deluwialnych wiekowo i genetycznie odpowiada wspomnianej już madzie rolniczej młodszej (fig. 7 – faza VI). Prawdopodobnie stropowa część omawianych osadów została zerodowana w czasie ochłodzenia klimatycznego, znanego jako mała epoka lodowa od XIV do połowy XIX wieku (Bradley, Jones, 1993; Grove, Swit-

sur, 1994; Bradley, 2000; Briffa, 2000). Na stanowisku w Pińczowie brak jest zapisu tego chłodnego wahnięcia klimatycznego. W omawianych osadach deluwialnych pojawiają się dwa charakterystyczne gatunki: *Helicella obvia* (Menke) i *Cepaea vindobonensis* (Férussac). Obie formy są migrantami, które na obszar Polski trafiły z południowej Europy w średniowieczu (W.P. Alexandrowicz, S.W. Alexandrowicz, 2010). Ich ekspansja była niewątpliwie związana z rozwojem szlaków komunikacyjnych i wymianą handlową.

Stanowisko martwic wapiennych i osadów deluwialnych w Pińczowie stanowi dobry przykład wykorzystania analizy malakologicznej w rekonstrukcjach paleogeograficznych. Może ono służyć jako wzorcowy profil ilustrujący mechanizmy sedimentacji martwic wapiennych w niewielkich zbiornikach wodnych, powstających na zapleczu grobli trawertynowych. W południowej Polsce jest wiele stanowisk martwic wapiennych o takim właśnie charakterze, a najbardziej znane z nich to profile w dolinach Raclawki, Szklarki, Saspówki i Będkówki koło Krakowa oraz w Rzeżuśni koło Wolbromia (S.W. Alexandrowicz, 1983, 1988, 1989a, 1991, 1997; W.P. Alexandrowicz, 2004). Łatwy dostęp do odsłonięcia martwic oraz jego niezaprzeczalne walory dydaktyczno-naukowe sprawiają, że profil w Pińczowie może stanowić doskonałą dokumentację przyrody nieożywionej. Kolidować to może niestety z rozbudową nowych osiedli w okolicach odsłonięcia. Rozwiązaniem problemu może być objęcie tego miejsca ochroną prawną, aby skutecznie zabezpieczyć je przed nieodwracalnymi zniszczeniami.

Praca była finansowana w ramach umowy badań statutowych AGH nr 11.11.140.560.

LITERATURA

- ALEXANDROWICZ S.W., 1983 — Malacofauna of Holocene calcareous sediments of the Cracow Upland. *Acta Geol. Pol.*, **33**, 3: 117–158.
- ALEXANDROWICZ S.W., 1987 — Analiza malakologiczna w badaniach osadów czwartorzędowych. *Geol. AGH*, **12**, 1/2: 3–240.
- Alexandrowicz S.W., 1988 — The stratigraphy and malacofauna of the Holocene sediments of the Prądnik River Valley. *Bull. Pol. Acad. Sc. Earth Sc.*, **36**, 2: 109–120.
- ALEXANDROWICZ S.W., 1989a — Stratigraphy and malacofauna of the Upper Vistulian and Holocene deposits of the Szklarka River Valley, Cracow Upland. *Bull. Pol. Acad. Sc. Earth Sc.*, **37**: 247–260.
- ALEXANDROWICZ S.W., 1989b — Zespoły mięczaków w późnoczwartorzędowych osadach jeziornych północnej Polski. *Stud. i Mat. Oceanolog.*, **56**: 267–276.
- ALEXANDROWICZ S.W., 1991 — Late Quaternary molluscan assemblages of the Będkowska Valley (Cracow Upland). *Bull. Pol. Acad. Sc. Earth Sc.*, **39**, 2: 101–110.
- ALEXANDROWICZ S.W., 1992 — Malakofauna i zmiany środowiska południowej Polski w holocenie. *Geol., AGH*, **18**, 3: 5–35.
- ALEXANDROWICZ S.W., 1997 — Malacofauna of Holocene sediments of the Prądnik and Rudawa River Valleys (Southern Poland). *Folia Quatern.*, **68**: 133–188.
- ALEXANDROWICZ S.W., ALEXANDROWICZ W.P., 2010 — Molluscs of the Eemian Interglacial in Poland. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, **80**: 69–87.
- ALEXANDROWICZ S.W., ALEXANDROWICZ W.P., KRAPIEC M., SZYCHOWSKA-KRAPIEC E., 1997 — Zmiany środowiska południowej Polski w okresie historycznym. *Geol. AGH*, **23**, 4: 339–387.
- ALEXANDROWICZ S.W., TCHÓRZEWSKA D., 1981 — Kreda jeziorna w osadach czwartorzędowych Środkowego Pomorza. *Geol. AGH*, **7**, 4: 59–71.
- ALEXANDROWICZ W.P., 1997 — Malakofauna osadów czwartorzędowych i zmiany środowiska naturalnego Podhala w młodszym wistulianie i holocenie. *Folia Quatern.*, **68**: 7–132.
- ALEXANDROWICZ W.P., 1999 — Evolution of the malacological assemblages in North Poland during the Late Glacial and Early Holocene. *Folia Quatern.*, **70**: 39–69.
- ALEXANDROWICZ W.P., 2001 — Malacofauna of Upper Holocene deposits in Korytnica (Southern Poland). *Folia Malacol.*, **9**, 2: 93–100.

- ALEXANDROWICZ W.P., 2004 — Molluscan assemblages of Late Glacial and Holocene calcareous tufa in Southern Poland. *Folia Quatern.*, **75**: 3–309.
- ALEXANDROWICZ W.P., 2007 — Malakofauna późnoglacialnych i holocenijskich węglanowych osadów jeziornych północnej Polski. *Geol. AGH*, **33**, 4: 395–420.
- ALEXANDROWICZ W.P., 2009a — Malacostratigraphy of Vistulian and Holocene in Poland. *Stud. Quatern.*, **26**: 55–63.
- ALEXANDROWICZ W.P., 2009b — Malakofauna górnoholocenijskich martwic wapiennych w Beskidach Zachodnich (południowa Polska). *Geol. AGH*, **35**, 2: 175–200.
- ALEXANDROWICZ W.P., 2010 — Molluscan assemblages of recent calcareous tufa in Podhale Basin and Pieniny Mts (Southern Poland). *Folia Malacol.*, **18**, 3: 99–112.
- ALEXANDROWICZ W.P., ALEXANDROWICZ S.W., 2010 — Expansive migrations of molluscs during the historic period. *W: Biological Invasions in Poland* (red. Z. Mirek). 1: 19–44. Instytut Botaniki PAN, Kraków.
- ALEXANDROWICZ W.P., GOŁAS-SIARZEWSKA M., 2011 — Środowisko sedimentacyjne martwic wapiennych w Pińczowie. *W: VI Świętokrzyskie Spotkania Geologiczno-Geomorfologiczne: rekonstrukcje środowisk depozycyjnych na podstawie badań sedimentologicznych, geochemicznych i stratygraficznych. Materiały konferencyjne: Ameliówka k. Kielc, 17–18 maja 2011 r.* (red. W. Trela i in.): 8–11. Państw. Inst. Geol. – PIB, Oddz. Święt., Kielce.
- BARGA-WIĘCŁAWSKA J., 2011 — Nowe stanowiska *Vertigo moulinsiana* (Dupuy, 1849) na terenie południowo-wschodniej, środkowej i północnej Polski. *W: XXVII Krajowe seminarium Malakologiczne, Toruń-Tleń 6–8.04.2011. Materiały Konferencyjne*: 13–14.
- BRADLEY R.S., 2000 — Past global changes and their significance for the future. *Quatern. Science Rev.*, **19**: 391–402.
- BRADLEY R.S., JONES P.D., 1993 — ‘Little Ice Age’ summer temperature variations: their nature and relevance to recent global warming trends. *The Holocene*, **3**: 367–376.
- BRIFFA K.R., 2000 — Annual climate variability in the Holocene: interpreting the message of ancient trees. *Quatern. Sc. Rev.*, **19**: 87–105.
- BRODA J., 1985 — Proces wylesień na ziemiach polskich od czasów najdawniejszych. *Czas. Geogr.*, **56**, 2: 151–172.
- BRYNDAL T., CABAJ W., CIUPA T., 2008 — Gwałtowne wezbrania małych cieków w Niece Nidziańskiej. *Prz. Geogr.*, **80**, 1: 127–146.
- CABAJ W., NOWAK W.A., 1986 — Rzeźba Niecki Nidziańskiej. *Stud. Os. Dok. Fizjograf.*, **14**: 119–209.
- FÜKÖH L., KROLOPP E., SÜMEGI P., 1995 — Quaternary malacostratigraphy in Hungary. *Malacological Newsletter, Supplement*, **1**: 5–219.
- GROVE J.M., SWITSUR R., 1994 — Glacial geological evidence for the Medieval Warm Period. *Climatic Change*, **26**: 143–169.
- HAMMER Ø., HARPER D.A.T., RYAN P.D., 2001 — Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologica Electronica*, **4**: 1–9.
- HUGHES M.K., DIAZ H.F., 1994 — Was there a ‘Medieval Warm Period’ and if so, when and where? *Climatic Change*, **26**: 109–142.
- JONES P.D., MANN M.E., 2004 — Climate over past millennia. *Rev. Geophys.*, **42**: 1–42.
- KLIMEK K., ŁANCZONT M., NOGAJ-CHACHAJ J., 2006 — Historical deforestation as a cause of alluviation in small valleys, subcarpathian loess plateau, Poland. *Regional Environmental Change*, **6**: 52–61.
- KLIMOWICZ Z., 1993 — Zmiany pokrywy glebowej w obszarze utworów lessowych i lessowatych w zależności od okresu użytkowania i rzeźby terenu. *Rozprawy Wydziału BiNoZ UMCS*, **47**: 1–90.
- KRUK J., ALEXANDROWICZ S.W., MILISAUSKAS S., ŚNIESZKO Z., 1996 — Osadnictwo i zmiany środowiska naturalnego wyżyn lessowych. Instytut Archeologii i Etnografii PAN, Kraków.
- LIMONDIN-LOZOUET N., 1992 — Biogeographie Holocene de *Vertiginidae* (Mollusca, Gastropoda) Europeans: relations la dernière deglaciation. *Comptes Rendus de l’Académie des Sciences de Paris*, **315**, 2: 1281–1287.
- LOŹEK V., 1964 — Quartärmollusken der Tschechoslovakei. *Rozprawy Ustředního Ústavu Geologického*, **31**: 3–374. Praha.
- LOŹEK V., 1982 — Contribution of malacology to the chronological subdivision of the central European Holocene. *Striae*, **16**: 84–87.
- LOŹEK V., 2000 — Palaeoecology of Quaternary mollusca. *Antropozoikum*, **24**: 35–59.
- MORISITA M., 1959 — Measuring of interspecific association and similarity between communities. *Memories of the Faculty of Sciences, Kyushu University*, **3**: 65–80.
- PALUSZEK J., ŻEMBROWSKI W., 2008 — Ulepszanie gleb ulegających erozji w krajobrazie lessowym. *Acta Agrophysica*, **164**: 3–160.
- PIECHOCKI A., 1979 — Mięczaki (Mollusca). Ślimaki (Gastropoda). *Fauna słodkowodna Polski*, **7**: 7–187.
- PIECHOCKI A., DYDUCH-FALNIOWSKA A., 1993 — Mięczaki (Mollusca). Małże (Bivalvia). *Fauna Słodkowodna Polski*, **7a**: 7–200. Warszawa.
- POKRYSZKO B., 1990 — The *Vertiginidae* of Poland (Gastropoda, Pulmonata, Pupillidae) – a systematic monograph. *Ann. Zool.*, **43**, 8: 133–257.
- RADŁOWSKA J., 1966 — Z geomorfologii okolic Pińczowa. *Pr. Geogr. Inst. Geogr. PAN*, **47**: 17–37.
- RIEDEL A., 1988 — Ślimaki lądowe (Gastropoda terrestria). *Katalog Fauny Polski*, **3**: 3–316.
- RUTKOWSKI J., 1986 — Budowa geologiczna Niecki Nidziańskiej. *Stud. Osrod. Dokument. Fizjograf.*, **14**: 35–61.
- RUTKOWSKI J., 1987 — Vistula River Valley in the Cracow Gate during the Holocene. *Geogr. Stud., Spec. Issue*, **4**: 31–50.
- RUTKOWSKI J., 1991 — Holocen doliny dolnej Ractawki. *Geol. AGH*, **17**, 1–2: 173–191.
- RUTKOWSKI J., STARKEL L., 1989 — Wpływ gospodarki człowieka na procesy geologiczne w regionie krakowskim. *Prz. Geol.*, **37**, 6: 312–318.
- STARKEL L., 1994 — Odbicie ekstremalnych wezbrań okresu historycznego w osadach rzecznych i stokowych w dorzeczu górnej Wisły. *Acta Univ. Nicolai Copernici, Geogr.*, **27**: 13–20.
- STARKEL L., 2000 — Chronology of phases of various fluvial activity, of erosion and deposition in the Vistula catchment during Late Quaternary. *Geochronometria*, **19**: 53–58.
- STARKEL L., 2005 — Role of climatic and anthropogenic factors accelerating soil erosion and fluvial activity in central Europe. *Stud. Quatern.*, **22**: 27–33.
- ŚNIESZKO Z., 1995 — Ewolucja obszarów lessowych Wyżyn Polskich w czasach ostatnich 15 000 lat. *Pr. Nauk. UŚI*, **1107**: 1–124.
- TWARDY J., 2002 — Przebieg erozji gleb w środkowej Polsce i jej związek z prehistorycznym osadnictwem i gospodarką. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, **487**: 371–379.
- WIKTOR A., 2004 — Ślimaki lądowe Polski. Wydaw. Mantis, Olsztyn.

SUMMARY

The profile of calcareous tufa is located in Pińczów, 200 m on the east from the city center. Exposure is in a small valley, which go through the southern slope of Pińczów Hump (Fig. 1). Few meters from the mouth of the valley, hard travertine can be seen. This sediment built a dam which divided the valley. At the back of this dam loose calcareous tufa and loess diluvium deposited and contain a number shells of molluscs. Discussed exposure reaches a length of 80–100 m and the sediment for detailed analysis were taken from four logs (Fig. 2), which ultimately gave one synthetic profile. A total thickness of sediments was 5.20 m. Laminated sands occur in the lowest part of the profile (60 cm) and are covered by grainy calcareous tufa and silty tufa (2.95 m). Above them, lies a liner of fine-grained sand (20 cm). In the highest part of this profile, loess diluvium (1.25 m) are covered by soil (20 cm) (Figs. 3, 4).

Malacological analysis were carried out basing on 14 samples (Figs. 3, 4) which contained a numerous shells of molluscs (Fig. 3). Found malacofauna represents 40 species of snails (27 land snails, 9 water ones), 3 bivalves and slugs of *Limacidae* (Tab. 1). The reconstruction of habitats and environmental changes based on individual malacological spectrum (Figs. 3, 4) and on the two-component diagrams (Fig. 4 D₁–D₄, F₁–F₄). Five types of assemblages were recognized, which represents different sediments phases of deposition (Fig. 5).

The oldest one (assemblage with *Pisidium personatum*) exists in the sands below tufa series. A large share of the reophile species indicates environment of rapidly flowing stream, with well-oxygenated water and constant temperature (I phase) (Figs. 6; 7 – phase I).

In the next step valley was blocked by travertine dam, probably made by beavers (Fig. 7 – phase II), which in turn contributed to formation of the lake gradually filled by grainy calcareous tufa and then by silty tufa.

In the early stage, the lake was a permanent reservoir rich of malacofauna, with a domination of water species (assemblages *Acroloxus lacustris*) (Figs. 6; 7 – phase III). As a fulfillment progress, the reservoir became shallow and often dried out. This phase is connected with development of *Anisus leucostomus* assemblage, consisting taxa typical for periodical water tanks (Figs. 6; 7 – phase IV).

During the phase V, the dike was broken and the lake was drained (Figs. 6A; 7 – phase V). Species representing water malacofauna disappeared. Their place is replaced by land snails inhabiting humid and very humid habitats (*Succinea putris* assemblage).

The last phase (VI) indicates on dry environments and open-country, land biotopes (Figs. 6A; 7 – phase VI). This period is connected with rapid sedimentation of loess diluvium and the presence of poor species assemblage with *Helicopsis striata*. The age of diluvium sediments from the highest part of the profile was determined on the basis of the result of radiocarbon dating (1080 ±80 lat BP (Gd-4802)). Also archeological fragments of pottery were dating back to the medieval period.

There is no indication of the existence of significant breaks in sedimentation that would be visible on the profile. Thus, carbonates rocks from the lower part of the profile are probably related to the decline of Sub-Boreal and Sub-Atlantic phase of the Holocene.

Clearly marked change in lithology and synchronous with its very important composition and structure reconstruction of malacocoenoses is the effect of severity of anthropogenic in Middle Ages. Exposure of calcareous tufa and loess diluvium in Pińczów is a model one that presents the mechanisms of sedimentation in small reservoirs and also human impact on the environment. For these reasons, described outcrop should be protect as documentation site of inanimate nature.

