

# Ocena zmian wybranych wskaźników metrycznych muszli *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) między biocenozą, nekrocenozą i liptocenozą na przykładzie polimiktycznego jeziora Dąbie (NW Polska)

Stanisław Piotrowski\*

W niniejszej pracy analizowano zmianę wybranych cech metrycznych muszli *Dreissena polymorpha* (długość, wysokość oraz wskaźnik wysokości) pomiędzy materiałem reprezentującym biocenozę, nekrocenozę i liptocenozę. Okazuje się, że przy przejściu materiału muszlowego z biocenozy w nekrocenozę i liptocenozę nie zmienia się średnia długość muszli, natomiast zdecydowanie różnią się rozkłady tego parametru, które dla nekrocenozy i liptocenozy są zdecydowanie asymetryczne o przewadze muszli o wymiarach powyżej 20 mm. Jeżeli chodzi o zmianę pozostałych badanych cech metrycznych muszli to stwierdzono istotną różnicę średniej wysokości muszli pomiędzy biocenozą i liptocenozą, oraz istotną różnicę wskaźnika wysokości pomiędzy biocenozą i liptocenozą oraz nekrocenozą i liptocenozą. Porównując zestawione rozkłady długości muszli stwierdzono, że przy przejściu materiału muszlowego z biocenozy w nekrocenozę i liptocenozę następuje wzbogacenie tych dwóch ostatnich grup w muszle drobne o wymiarach od 2 do 12 mm i w muszle o wymiarach od 22 do 34 mm, przy jednoczesnym ich zubożeniu w muszle o wymiarach od 12 do 22 mm. Charakter podobnych różnic pomiędzy nekrocenozą a liptocenozą jest mniej czytelny, chociaż względne zubożenie liptocenozy, w porównaniu do nekrocenozy, w muszle o rozmiarach od 10 do 18 mm nawiązuje do wyżej wymienionej prawidłowości.

**Słowa kluczowe:** mięczaki, muszle, *Dreissena polymorpha*, biometria, biocenoza, nekrocenoza, liptocenoza, transport pośmiertny, jezioro Dąbie

Stanisław Piotrowski — Evaluation of changes of selected metric features of the *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) shells between biocenosis, necrocenosis and liptocenosis in the polymictic Dąbie Lake (NW Poland). Prz. Geol., 47: 241–247.

*Summary.* This paper analyses the change in selected metric features of the *Dreissena polymorpha* shells (length, height and height ratio) between the material representing biocenosis, necrocenosis and liptocenosis. It turns out that in the transition of the shell material from biocenosis to necrocenosis and liptocenosis an average length of shells does not change but distributions of this parameter differ definitely. In necrocenosis and liptocenosis the distributions are definitely asymmetric and the shells with the dimensions over 20 mm outnumber others. As for the change in other examined metric features of the shells, a substantial difference was found in an average shell height between biocenosis and liptocenosis, as well as a substantial difference in the height ratio between biocenosis/liptocenosis and necrocenosis/liptocenosis. Comparing shell length distributions it was found that in the transition of the shell material from biocenosis to necrocenosis and liptocenosis the last two groups are enriched with small shells with the dimensions of 2 to 12 mm and the shells with the dimensions of 22 to 34 mm. At the same time these two groups are depleted of shells with the dimensions of 12 to 22 mm. The nature of analogous differences between necrocenosis and liptocenosis is less distinct, although a relative decrease in the share of shells with the dimensions of 10 to 18 mm in liptocenosis against necrocenosis shows some relationship with the above mentioned regularity.

**Key words:** molluscs, shells, *Dreissena polymorpha*, biometrics, biocenosis, necrocenosis, liptocenosis, postmortem transport, the Dąbie Lake

W trakcie prowadzenia badań paleontologicznych czy stratygraficznych podstawowym problemem, z którym się spotykamy jest odpowiedź na pytanie o jakości nagromadzonych skamieniałości i/lub ich fragmentów. Musimy wówczas rozstrzygnąć czy mamy do czynienia z nagromadzeniami autochtonicznymi, paraautochtonicznymi, mikrocenozą lub pseudocenozą (Raup & Stanley, 1984). Celem, do którego dążymy, jest stwierdzenie w jakim stopniu zespół kopalny odpowiada pod względem jakościowym pierwotnej biocenozy oraz w jakim stopniu biometria poszczególnych taksonów uległa lub też nie zmianom. Na te pytania próbuje dać odpowiedź aktuopaleontologia, a zwłaszcza jej dział poświęcony procesom transportu i sedymentacji mięczaków (Alexandrowicz, 1987, 1989, 1995; Piotrowski 1993, 1995; Piotrowski & Dubicka 1994a, b). Muszle ślimaków i małży po śmierci zwierząt mogą gromadzić się na miejscu ich życia lub też, mogą być transportowane i wielokrotnie deponowane. Zanim dojdzie do pogrzebienia muszli w osadzie, a tym samym umożli-

wienia im zachowania się w stanie fosylnym, materiał muszlowy po śmierci zwierząt jest poddany procesom transportu i akumulacji wywołanym przez różne czynniki dynamiczne panujące w danym biotopie. Część materiału muszlowego jest wynoszona w strefę brzegową zbiornika i najczęściej niszczone. W niniejszej pracy podjęto próbę oceny zmian cech metrycznych materiału muszlowego reprezentowanego przez:

- 1) zespół żywych osobników *Dreissena polymorpha* (biocenoza),
- 2) zespół pustych muszli nagromadzonych na dnie jeziora (nekrocenoza),
- 3) zespół muszli akumulowanych w strefie brzegowej zbiornika (liptocenoza).

## Charakterystyka obszaru badań

Jezioro Dąbie jest położone w rejonie ujściowym Odry i w bezpośrednim sąsiedztwie aglomeracji szczecińskiej. Współrzędne geograficzne środka jeziora wynoszą: ( $\phi = 53^{\circ}28'$ ;  $\lambda = 14^{\circ}40'$ ). Pod względem zajmowanej powierzchni jezioro Dąbie jest czwartym co do wielkości jeziorem w

\*Uniwersytet Szczeciński, Muzeum Geologiczne, al. Jedności Narodowej 22a, 70-453 Szczecin

Polsce (Kondracki, 1988). Ma ono dobrze rozwiniętą linię brzegową, z dużą ilością mniejszych i większych wysp. W obrębie akwenu wyróżniamy dwa płosa: płoso północne i płoso południowe (Piotrowski, 1997). Badane jezioro jest zbiornikiem płytkim, polimiktycznym; 52,3% jego powierzchni zajmuje obszar o głębokości 2–3 m. Płycizna przybrzeżna (0–2 m) zajmuje pas o przeciętnej szerokości 100–200 m, a jej powierzchnia wynosi 26%. W jej składzie wyróżniono dodatkowo obszar zajęty przez roślinność wodną, który stanowi 5,4%. Rejony, jeziora, w których głębokość jest większa od 3 m stanowią 21,7% jego powierzchni. Pod względem ukształtowania dna jezioro Dąbie przypomina płaską misę, której brzegi wznoszą się prawie prostopadle we wschodniej części akwenu i nieco

łagodniej w jego części zachodniej i północnej (Piotrowski & Dubicka, 1994a, b).

Jezioro Dąbie stanowi ostatnie śródlądowe ogniwo zespołu estuariowego Zatoki Pomorskiej i Zalewu Szczecińskiego (Majewski, 1972; ryc. 1). Jest jeziorem przepływowym, bardzo intensywnie przepłukiwanym przez wody Regalicy (nazwa określająca ujściowy odcinek Odry Wschodniej do jeziora Dąbie). Stanowi jednocześnie przejściowy zbiornik akumulacyjny ogromnej części wód Odry. Charakteryzuje się niezwykle intensywną wymianą wód rzecznych, przeszło pięćdziesięciokrotną w ciągu roku (Mikulski, 1970; Majewski, 1972). Znaczne oddalenie jeziora od morza i duży dopływ wód Regalicy powoduje, że udział czynnika morskiego jest niewielki (Mikulski, 1970). Wpływ morza na stan wód jeziora Dąbie znajduje odbicie w typowo morskim charakterze wahań poziomu wody. Wysoki stopień złożoności układu hydrologicznego jeziora Dąbie jest zaznaczony m.in. przez dwukierunkowe przepływy oraz pionową stratyfikację warstw wody (Orlewicz i in., 1983).

### Material i metoda

Prace terenowe prowadzono w kilku etapach:

1) na przełomie lipca i sierpnia 1988 r. wzdłuż pięciu profili badawczych pobrano 71 próbek (ryc. 1):

- profil I — długość 2872 m, 9 próbek a 359 m,
- profil II — długość 3850 m, 15 próbek a 275 m,
- profil III — długość 4172 m, 15 próbek a 298 m,
- profil IV — długość 3600 m, 25 próbek a 150 m,
- profil V — długość 2502 m, 7 próbek a 417 m.

Badania te dotyczyły głównie występowania i liczebności *Dreissena polymorpha*. Posługując się czerpaczem osadów dennych typu Van Veen, dla każdego stanowiska pobrano trzy próbki, a jako wynik przyjęto ich wartość średnią;

2) próbki odsypów plażowych z plaż położonych na Wyspie Dębina, w Lubczynie i Czarnej Łące pobrano w kwietniu 1991 r.;

3) w 1992 r. pobrano 9 próbek osadów dennych, z których poprzez szlamowanie na sicie > 2 mm wyselekcjonowano materiał muszlowy reprezentujący nekrocenozę.

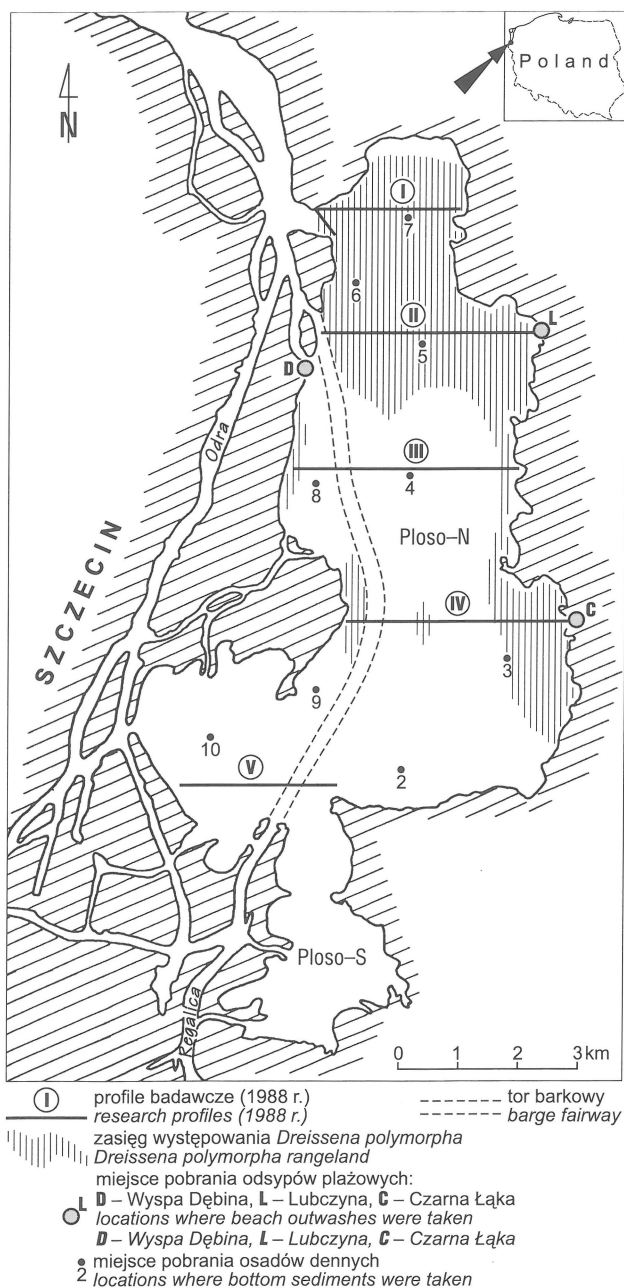
Dla oznaczenia cech metrycznych muszli przyjęto następujące oznaczenia (wg Piechocki & Dyduch-Falniowska, 1993): długość (L), wysokość (H) oraz wskaźnik wysokości (100H/L). Pomiary długości i wysokości muszli wykonywano z dokładnością do 0,1 mm. Wiek małży szacowano na podstawie liczby pierścieni przyrostowych muszli stosując następującą terminologię grup wiekowych:

0+ — osobniki tegoroczne, tj. osobniki, które nie przeżyły zimy i żyją pierwszy sezon,

1+ — osobniki jednoletnie, tj. osobniki, które przeżyły zimą i żyją drugi sezon, mające jeden bardzo wyraźny pierścień przyrostowy,

2+ — osobniki dwuletnie, tj. osobniki, które przeżyły dwie zimy i żyją drugi sezon, mające dwa wyraźne pierścienie przyrostowe. W sposób analogiczny zdefiniowano grupy wiekowe 3+, 4+, 5+ i 6+. Analizę wieku prowadzono jedynie dla żywych osobników, a więc reprezentujących biocenozę. Ze względu na zły stan zachowania periostracum muszli nie prowadzono podobnych badań dla materiału reprezentującego nekrocenozę i liptocenozę.

Dla zestawionych rozkładów cech metrycznych muszli obliczono podstawowe parametry statystyczne: średnią arytmetyczną ( $\bar{x}$ ), standardowe odchylenie ( $s$ ), współczyn-



Ryc. 1. Lokalizacja obszaru badań

Fig. 1. Location of the investigation area

nik zmienności ( $v$ ) oraz 95% przedział ufności dla wartości średniej (PU). Porównywaniami postaci rozkładów dokonano przy zastosowaniu testu  $\lambda$  Kołmogorowa-Smirnowa, natomiast wartości średnich przy zastosowaniu testu  $t$  Studenta. W obu testach przyjęto poziom istotności ( $\alpha = 0,05$ ).

Dla zilustrowania procesów transportu i akumulacji muszli przyjęto model Davidashviliego (vide Alexandrowicz, 1977), w którym wyróżnia się m.in.:

— biocenozę (Bc) — zespół organizmów żyjących w danym akwenu, w ściśle określonych warunkach,

— nekrocenozę (Nc) — zespół szczątków organizmów nagromadzonych w wyniku naturalnej śmiertelności,

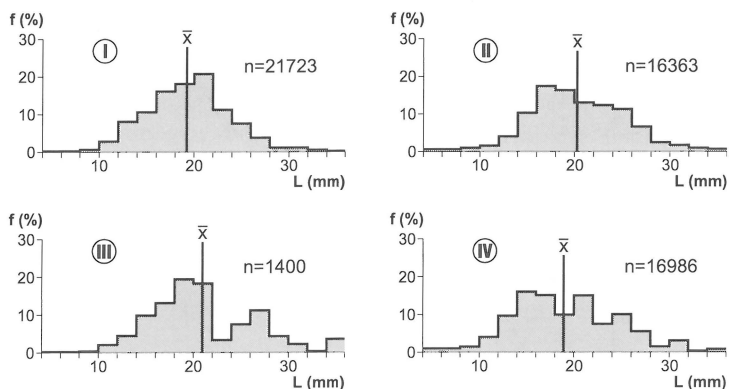
— liptocenozę (Lc) — zespół szczątków organizmów akumulowanych w strefie litoralnej i supralitoralnej, jako wynik działalności prądów i falowania.

### Wyniki badań i dyskusja

**Biocenoza.** Występowanie *Dreissena polymorpha* (racicznica zmienna) w jeziorze Dąbie jest ograniczone głównie do północnej i wschodniej części akwenu. Mniejsze skupiska tego małża znajdują się przy zachodnim brzegu jeziora w jego środkowej części (ryc.1). Obszar występowania racicznicy jest mocno zróżnicowany pod względem jej liczebności. Najwyższą średnią liczebność stwierdzono w profilu I — 2715 osobników/m<sup>2</sup>, a najniższą w profilu III — 700 osobników/m<sup>2</sup>. Dla profili II i IV średnia liczebność wynosiła odpowiednio 1364 i 1544 osobników/m<sup>2</sup>. Próbkę *Dreissena polymorpha* pobrane wzdłuż poszczególnych profili (oznaczone nr od I do IV) w znacznym stopniu różnią się między sobą, zarówno pod względem cech metrycznych muszli, jak i struktury wiekowej. Rozkłady długości muszli zestawione dla profili I i II są jednodalne, dla profili III i IV natomiast polimodalne (ryc. 2). Najniższą średnią długość muszli obliczono dla profilu IV — 19,1 mm, najwyższą natomiast dla profilu III — 20,8 mm. W kierunku południowym jeziora obserwuje się wzrost takich parametrów rozkładów długości muszli jak standardowe odchylenie i współczynnik zmienności (tab. 1). Porównując, przy zastosowaniu testu  $t$  Studenta, średnie długości muszli obliczone dla poszczególnych profili stwierdza się między nimi istotne różnice. Również obliczone wartości testu  $\lambda$  Kołmogorowa-Smirnowa wskazują na brak zgodności między rozkładami długości muszli zestawionymi dla poszczególnych profili.

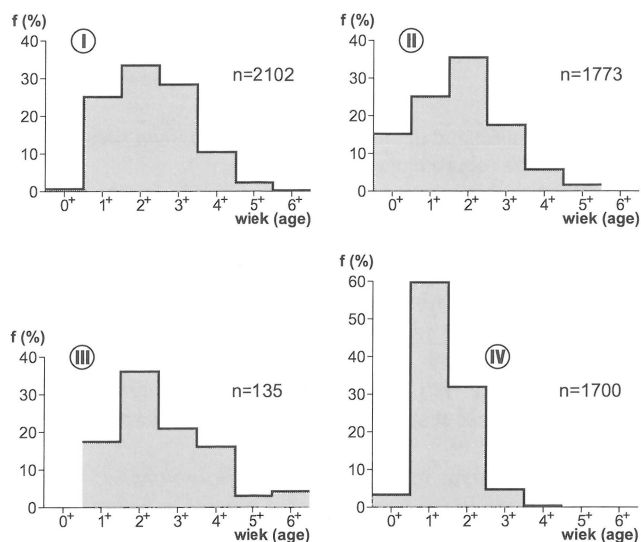
Tab. 1. Statystyczne parametry rozkładów długości muszli *Dreissena polymorpha* obliczone dla poszczególnych profili: n — liczba okazów,  $\bar{x}$  — wartość średnia, PU =  $\bar{x} \pm$  -95% przedział ufności dla wartości średniej, s — standardowe odchylenie, v — współczynnik zmienności

	I	II	III	IV
n	21723	16363	1400	16986
$\bar{x}$	19,3	20,2	20,8	19,1
PU= $\bar{x} \pm$	0,05	0,07	0,28	0,08
s	4,1	4,8	5,3	5,3
v	21,3	23,8	25,5	27,7



Ryc 2. Histogramy długości muszli *Dreissena polymorpha* zestawione dla poszczególnych profili badawczych.

Fig. 2. Histograms of the *Dreissena polymorpha* shell lengths compiled for individual research profiles



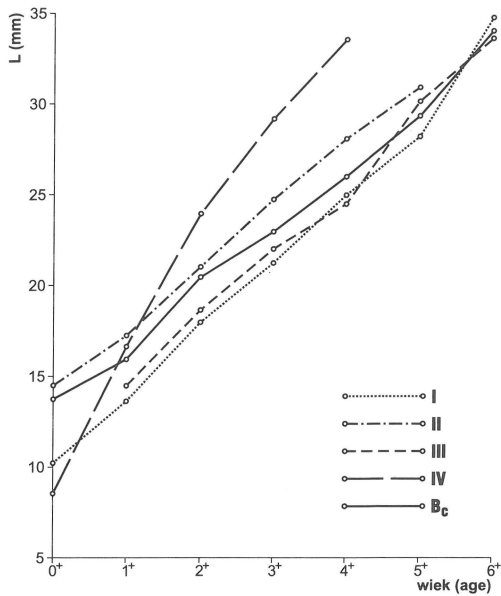
Ryc. 3. Histogramy wieku *Dreissena polymorpha* zestawione dla poszczególnych profili badawczych

Fig. 3. Histograms of the *Dreissena polymorpha* age compiled for individual research profiles

Pod względem struktury wiekowej dla próbek reprezentujących profile I, II i III grupę dominującą stanowią osobniki dwuletnie (2+), których udział wynosi od 33,7 do 36,7%. Dla profilu IV grupę dominującą stanowią małże jednoroczne (1+). Udział wszystkich wydzielonych grup wiekowych zanotowano jedynie dla próbki reprezentującej profil I. Dla profilu II nie stwierdzono obecności osobników najstarszych (6+), dla profilu III osobników tegorocznych (0+), a dla profilu IV osobni-

Tab. 2. Statystyczne parametry rozkładów długości, wysokości i wskaźnika wysokości muszli *Dreissena polymorpha* obliczone dla biocenozy

	L	H	100H:L
	mm		
n	56472	500	500
$\bar{x}$	19,60	10,41	51,79
PU= $\bar{x} \pm$	0,040	0,202	0,377
s	4,80	2,30	4,30
v	24,49	22,10	8,30



Ryc. 4. Zależność średniej długości muszli *Dreissena polymorpha* od wieku małża (objaśnienia w tekście)

Fig. 4. Relationship between an average length of a *Dreissena polymorpha* shell and the bivalve age (explanation in the text)

ków pięcio- i sześciolletnich (5+ i 6+; ryc. 3). Stosując test  $\lambda$  Kołmogorowa-Smirnowa porównano rozkłady struktury wiekowej. Tylko w jednym przypadku stwierdzono zgodność rozkładów, a mianowicie dla próbek reprezentujących profile I i III. W pozostałych przypadkach obliczona wartość testu była wyższa od jego wartości krytycznej.

Tempo wzrostu muszli *Dreissena polymorpha*, wyrażone jako funkcja średniej długości muszli w poszczególnych klasach wiekowych, wykazuje zbliżony obraz dla próbek reprezentujących profile I, II i III, odmienny od obrazu ilustrującego tę zależność dla profilu IV. W pierwszym przypadku tempo wzrostu muszli ma, w przybliżeniu, charakter prostoliniowy, w drugim natomiast tempo wzrostu muszli do grupy wiekowej 2+ jest stosunkowo duże, po czym nieznacznie maleje. Najniższa obliczona wartość rocznych przyrostów muszli występuje w profilu II — 3,4 mm. Dla próbek reprezentujących profile I i III wartość ta wynosi odpowiednio 3,8 i 3,9 mm/r, a dla profilu IV aż 6,3 mm/r (ryc. 4).

Z danych przytoczonych powyżej wynika, iż biocenoza, rozumiana w niniejszej pracy jako statystyczna reprezentacja osobników *Dreissena polymorpha*, jest w Jeziorze Dąbie wysoce heterogeniczna. Zachodzi więc pytanie o przyczynę tego stanu rzeczy. W latach 50. nie stwierdzono występowania racicznicy zmiennej w środkowej, mulistej części badanego akwenu. Wystę-

powanie tego małża było wówczas ograniczone do strefy zajętej przez roślinność wodną (Wiktor, 1962). Liczebność populacji *Dreissena polymorpha* z 1988 r. ocenia się na  $31,654 \pm 10,138$  mld osobników (Piotrowski, 1992). Racicznica zmienna jest typowym gatunkiem inwazyjnym, który pojawił się w Europie w XIX w. z obszaru Morza Kaspijskiego. Jego inwazja świadczy dobitnie o tym, że biocenozy jezior nie są układami zamkniętymi (Hillbricht-Ilkowska, 1993). Stwierdzony fakt migracji racicznicy w kierunku południowym estuarium Odry musi zakładać, że osobniki tego małża będące w czołowiec tych, które zajmują nowe terytorium są w znaczącym stopniu narażone na wyższą śmiertelność niż te, które już przystosowały się do nowych warunków. Stąd też wynikają powyżej wspomniane różnice pomiędzy próbkami reprezentującymi profile I–IV. *Dreissena polymorpha* dopasowuje się do odpowiednich dla niej warunków życiowych: dużej wymiany wody i odpowiednio utwardzonego podłoża. Południowa część jeziora, będąca pod silnym oddziaływaniem Regalicy, jest obszarem w którym przy jednokierunkowych przepływach dochodzi do sedimentacji 50% suspensji niesionej przez tą rzekę. W takich warunkach *Dreissena polymorpha* przeżyć nie może. Obserwuje się ponadto, że w kierunku południowym Zalewu Szczecińskiego, a więc w kierunku spadku zasolenia, wzrasta długość muszli racicznicy. Fakt ten znajduje swoje odzwierciedlenie w materiale zebranym w badanym jeziorze.

Biorąc pod uwagę całość zebranego wzdłuż profili I–IV materiału muszlowego możemy przedstawić ogólną charakterystykę wiekową i biometryczną statystycznie pojętej biocenozy Jeziora Dąbie, a wyrażonej tutaj przez zespół żywych osobników *Dreissena polymorpha*. Parametry statystyczne cech metrycznych muszli przedstawiono w tab. 2. W rozkładzie wiekowym populacji dominują osobniki dwuletnie (2+), których udział wynosi 34,1%. Nieznacznie mniejszy jest udział osobników jednoletnich (1+) – 32,1%. Osobniki trzyletnie (3+) stanowią 18,9%

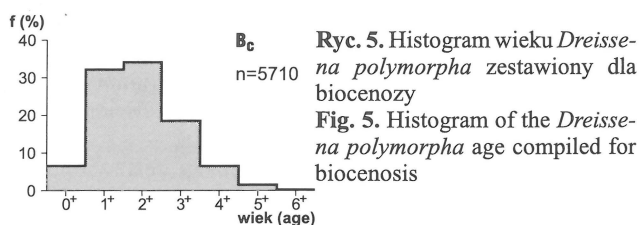
Tab. 3. Statystyczne parametry rozkładów długości, wysokość wskaźnika wysokości muszli *Dreissena polymorpha* obliczone dla nekrocenozy

	L	H	100H:L
	mm		
n	87	85	85
$\bar{x}$	19,71	10,25	52,61
$PU = \bar{x} \pm$	1,469	0,759	1,242
s	6,99	3,57	5,84
v	35,46	34,83	11,10

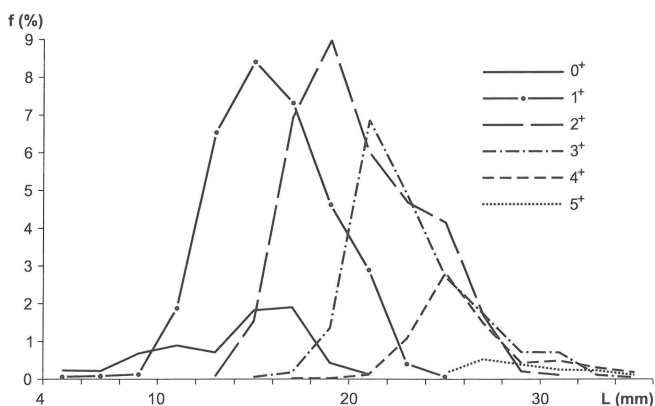
Tab. 4. Statystyczne parametry rozkładów długości, wysokość wskaźnika wysokości muszli *Dreissena polymorpha* obliczone dla materiału muszlowego akumulowanego na badanych plażach: D — Wyspa Dębina, L — Lubczyzna, C — Czarna Łąka

	L (mm)			H (mm)			100H:L		
	D	L	C	D	L	C	D	L	C
n	42	34	142	40	34	142	40	34	142
x	13,97	21,03	24,85	7,49	10,41	11,84	54,06	49,69	48,17
$PU = \bar{x} \pm$	2,38	1,54	0,82	1,19	0,74	0,35	1,63	1,14	0,68
s	7,86	4,57	4,99	3,85	2,20	2,10	5,27	3,38	4,11
v	56,3	21,7	20,1	51,4	21,1	17,7	9,7	6,8	8,5





Ryc. 5. Histogramm wieku *Dreissena polymorpha* zestawiony dla biocenozy  
Fig. 5. Histogram of the *Dreissena polymorpha* age compiled for biocenosis



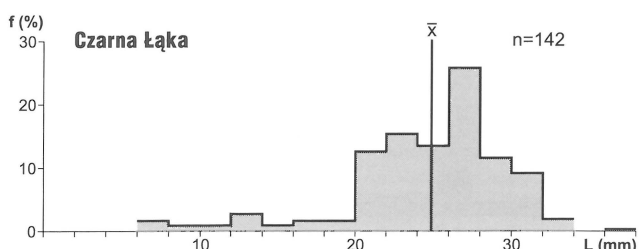
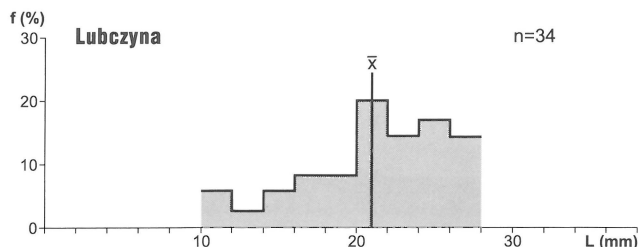
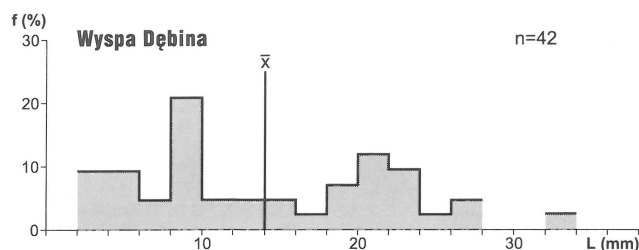
Ryc. 6. Struktura populacji *Dreissena polymorpha* wyrażona jako rozkłady długości muszli w poszczególnych klasach wiekowych  
Fig. 6. Structure of the *Dreissena polymorpha* population expressed as shell length distributions in individual age classes

populacji. Udział osobników tegorocznych (0+) i czteroletnich (4+) jest podobny i wynosi odpowiednio 6,9 i 6,6%. Osobniki pięcioletnie (5+) stanowią 1,5%, a najstarsze stwierdzone małe sześciolatnie (6+) zaledwie 0,1% populacji (ryc. 5). W strukturze populacji *Dreissena polymorpha*, wyrażonej jako rozkłady długości muszli w grupach wiekowych, zaznaczają się dwa główne maksima dla osobników jedno- i dwuletnich (1+ i 2+) oraz mniejsze dla osobników trzyletnich (3+) (ryc. 6). Zakresy długości muszli w poszczególnych grupach wiekowych w dużym stopniu zachodzą na siebie. Jest to szczególnie wyraźnie widoczne w przypadku osobników tegorocznych (0+), dla których zasięg długości muszli znacznie przekracza połowę maksymalnej długości muszli i częściowo pokrywa się z zasięgiem długości muszli osobników czteroletnich (4+).

**Nekrocenoza.** Nekrocenozę reprezentują martwe muszle *Dreissena polymorpha* leżące na dnie Jeziora Dąbie. Pod względem jakościowym nekrocenozę możemy uznać za miksocenozę bowiem w pewnym stopniu jest ona zasilana przez dostawę materiału muszlowego wraz z wodami

Tab. 5. Statystyczne parametry rozkładów długości, wysokości wskaźnika wysokości muszli *Dreissena polymorpha* obliczone dla liptocenozy

	L	H	100H:L
	mm		
n	218	216	216
$\bar{x}$	19,95	9,91	50,64
$PU=\bar{x} \pm$	0,771	0,363	0,568
s	5,81	2,72	4,25
v	29,12	27,45	8,39



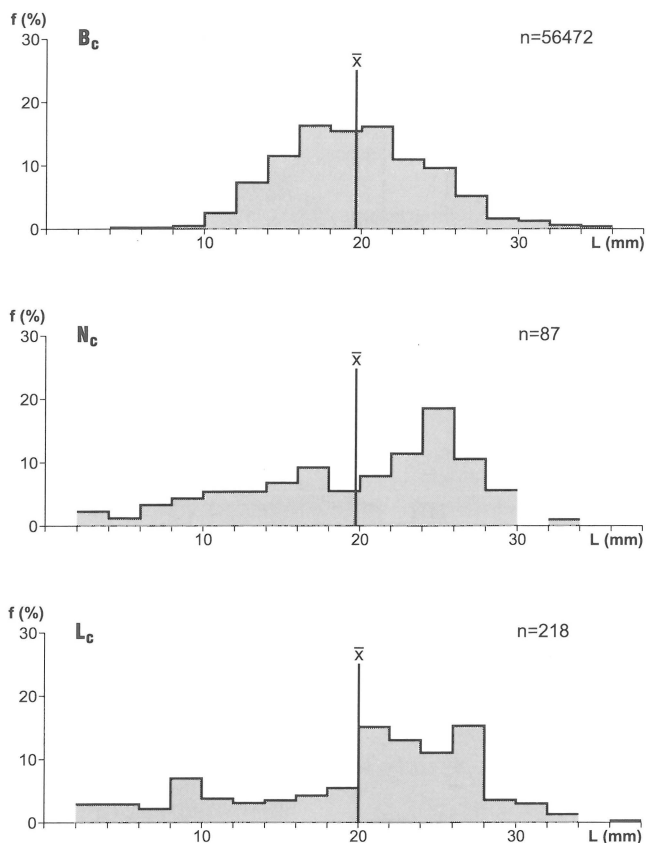
Ryc. 7. Histogrammy długości muszli *Dreissena polymorpha* akumulowanych na plażach jeziora Dąbie

Fig. 7. Length histograms of the *Dreissena polymorpha* shells accumulated on the beaches of the Dąbie lake

Regalicy. Ponieważ w prowadzonych badaniach nie rozstrzygnięto w jakim stopniu dostawa tego materiału zmienia skład jakościowy i cechy metryczne poszczególnych taksonów tworzących tanatocenozę, przyjęto iż w zdecydowanej większości tanatocenoza jest reprezentowana przez gatunki autochtoniczne, a więc odpowiada nekrocenozie. Statystyczne parametry rozkładów cech metrycznych muszli reprezentujących nekrocenozę zestawiono w tab. 3.

**Liptocenoza.** Statystyczne parametry rozkładów cech metrycznych muszli akumulowanych na plażach jeziora Dąbie zestawiono w tab. 4. Na uwagę zasługuje fakt, iż akumulowany materiał muszlowy na plaży położonej na Wyspie Dębina jest znacznie mniejszych rozmiarów niż akumulowany na plażach w Lubczynie i Czarnej Łące (ryc. 7). Cechuje go ponadto bardzo duży współczynnik zmienności długości i wysokości muszli. Porównując średnie wartości długości i wysokości oraz wskaźnika wysokości muszli obliczone dla poszczególnych plaż we wszystkich przypadkach stwierdza się pomiędzy nimi istotne różnice. Podobnie jest w przypadku badania zgodności rozkładów analizowanych cech metrycznych muszli. Świadczy to, iż deponowany w strefie litoralnej i supralitoralnej materiał muszlowy nie pochodzi z teoretycznie jednej, homogenicznej próbki. Obliczone, na podstawie danych uzyskanych z trzech plaż, statystyczne parametry rozkładów cech metrycznych muszli przyjmowane są jako charakteryzujące liptocenozę (tab. 5).

**Relacje między biocenozą, nekrocenozą i liptocenozą.** Porównując średnie wartości badanych cech metrycznych



Ryc. 8. Histogramy długości muszli *Dreissena polymorpha* zestawione dla biocenozy (Bc), necrocenozy (Nc) i liptocenozy (Lc)

Fig. 8. Histograms of the *Dreissena polymorpha* shell lengths compiled for biocenosis (Bc), necrocenosis (Nc) and liptocenosis (Lc)

muszli nie stwierdza się istotnych różnic między średnimi długościami muszli obliczonymi dla biocenozy, necrocenozy i liptocenozy. W przypadku wysokości muszli istotną różnicę stwierdzono jedynie przy przejściu materiału muszlowego z biocenozy w liptocenozę. Natomiast istotne różnice pomiędzy średnimi wartościami wskaźnika wysokości występują między biocenozą i liptocenozą oraz necrocenozą i liptocenozą.

Porównując rozkłady długości muszli zestawione dla próbek reprezentujących biocenozę, necrocenozę i liptocenozę zauważamy, że dla biocenozy rozkład jest w przybliżeniu symetryczny, wyraźnie asymetryczny natomiast dla

necrocenozy i liptocenozy. Te dwie ostatnie próbki są szczególnie wzbogacone w muszle większe, o długości muszli powyżej 20 mm (ryc. 8). Istotne podobieństwo zestawionych rozkładów długości muszli stwierdza się jedynie między necrocenozą i liptocenozą.

Porównując rozkłady długości muszli zestawione dla biocenozy, necrocenozy i liptocenozy stwierdzono iż:

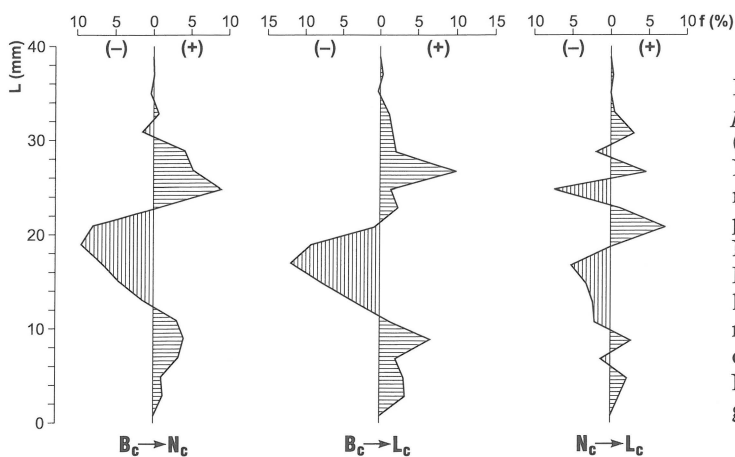
— necrocenoza w odniesieniu do biocenozy jest wzbogacona w drobne muszle o wymiarach od 2 do 12 mm z maksimum w klasie 8–10 mm i w muszle o rozmiarach od 22 do 30 mm z maksimum w klasie 24–26 mm oraz zubożona w muszle o długości od 12 do 22 mm z maksimum w klasie 18–20 mm,

— liptocenoza w odniesieniu do biocenozy jest wzbogacona w drobne muszle o wymiarach od 2 do 12 mm z maksimum w klasie 8–10 mm i w muszle o długości od 22 do 34 mm z maksimum w klasie 26–28 mm oraz jest zubożona w muszle o rozmiarach od 12 do 22 mm z maksimum w klasie 16–18 mm.

O ile przejściu materiału muszlowego z biocenozy w necrocenozę i liptocenozę towarzyszą podobne zmiany w rozkładach długości muszli to zupełnie odmiennie przedstawia się sytuacja między rozmiarami muszli akumulowanymi w necrocenozie i liptocenozie. Okazuje się, że liptocenoza w porównaniu z necrocenozą jest wzbogacona w muszle o różnych długościach: 2–6, 8–10, 18–24, 26–28, 30–34 i 36–38 mm z maksimum w klasie 20–22 mm. Również zubożenie liptocenozy występuje dla różnych długości muszli, ale szczególnie widoczne jest dla muszli o wymiarach od 10 do 18 mm (ryc. 9).

Na obserwowane różnice między zestawionymi rozkładami długości muszli wpływ może mieć również różny czas pobrania materiału muszlowego reprezentującego biocenozę, necrocenozę oraz liptocenozę, jak i sam sposób pobrania materiału charakteryzującego biocenozę. W tym ostatnim przypadku nie pobrano materiału z pasa trzcin, który po śmierci organizmów zasila zarówno necrocenozę jak i liptocenozę.

Istotnym w prowadzonych badaniach jest śledzenie drogi pośmiertnego transportu i akumulacji materiału muszlowego i związanych z nimi zmian cech metrycznych muszli. Szczególnie wyraźnie jest widoczne to w przypadku materiału akumulowanego w strefie brzegowej akwenu, bowiem w krótkim czasie materiał ten jest niszczone. Określając rozmiary materiału muszlowego akumulowanego, a następnie niszczonego, w strefie brzegowej zbiornika i odnosząc je do cech metrycznych muszli charakteryzujących biocenozę możemy wykazać, jaki



Ryc. 9. Porównanie rozkładów długości muszli *Dreissena polymorpha* zestawione dla biocenozy (Bc), necrocenozy (Nc) i liptocenozy (Lc); (+) — oznacza wzbogacenie grup Nc, Lc, Lc w porównaniu do grup wyjściowych (odpowiednio Bc, Bc, Nc), (-) — oznacza zubożenie Nc, Lc, Lc w porównaniu do grup wyjściowych (odpowiednio Bc, Bc, Nc)

Fig. 9. Comparison of the *Dreissena polymorpha* shell length distributions compiled for biocenosis (Bc), necrocenosis (Nc) and liptocenosis (Lc); (+) stands for enrichment of Nc, Lc, Lc against the initial groups (respectively Bc, Bc, Nc); (-) stands for depletion of Nc, Lc, Lc against the initial groups (respectively Bc, Bc, Nc)

materiał pod względem wielkości ma szansę na zachowanie się w stanie fosylnym. Należy tu zaznaczyć, iż różne gatunki mięczaków będą ulegać tym zmianom w różnym stopniu związanym z kształtem muszli, jej rozmiarami, sposobem wypełnienia, chemicznej i mechanicznej odporności, jak również rodzajem i siłą czynnika transportowego.

### Literatura

ALEXANDROWICZ S. W. 1977 — A Quantitative Study of the Origin of *Dreissena polymorpha* Shell Accumulations in Szczecin Bay, Baltic Sea. Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. Sci. de la Terre, 25: 75–82.

ALEXANDROWICZ S. W. 1987 — Analiza malakologiczna w badaniach osadów czwartorzędowych. Malacological analysis in Quaternary research. Z. Nauk. AGH, Geologia, 12: 1–240.

ALEXANDROWICZ S. W. 1989 — Zespoły mięczaków w późnoczwartorzędowych osadach jeziornych Północnej Polski. Molluscs associations in Late Quaternary lake deposits of Northern Poland. St. i Mat. Oceanolog., 56, Geologia Morza, 4: 267–276.

ALEXANDROWICZ S. W. 1995 — Malakologiczna analiza osadów czwartorzędowych. Malacological analysis of quaternary sediments. [In:] Mycielska-Dowgiałło E., Rutkowski J. (ed.). Badania osadów czwartorzędowych. Warszawa: 294–317.

HILLBRICHT-ILKOWSKA A. 1993 — Ekosystemy jeziorne a globalne zmiany klimatu. Kosmos, 42, 1: 107–122.

KONDRACKI J. 1988 — Geografia fizyczna Polski. Warszawa: 263–269.

MAJEWSKI A. 1972 — Charakterystyka hydrologiczna estuariowych wód u polskiego wybrzeża. Pr. PIHM, 105: 3–40.

MIKULSKI Z. 1970 — Wody śródlądowe w strefie brzegowej południowego Bałtyku. Pr. PIHM, 98: 25–45.

ORLEWICZ S., KURNATOWSKI J., KREFT A. & MROZIŃSKI Z. 1983 — Współzależność dynamiki i zasobów wodnych dolnej Odry. Odra i Nadodrze, Inst. Śląski, Opole.

PIECHOCKI A. & DYDUCH-FALNIOWSKA A. 1993 — Fauna słodkowodna Polski. z. 7A, Mięczaki (Mollusca), Małże (Bivalvia), Warszawa: 204.

PIOTROWSKI S. 1992 — Zawartość chemicznych składników organicznych i nieorganicznych w muszlach populacji *Dreissena polymorpha* (Pall.) jeziora Dąbie. Contents of organic and nonorganic components in shells of *Dreissena polymorpha* (Pall.) of the Dąbie Lake, NW Poland. Z. Nauk. US, 86, Marine Sciences, 1:87–104.

PIOTROWSKI S. 1993 — Współczesne odsypy muszlowe akumulowane na plażach Zalewu Szczecińskiego, Morza Bałtyckiego oraz Zatoki Gdańskiej. [In:] Konferencja Młodych Pracowników Nauki Wydziału BiNoM US. Szczecin: 7–11.

PIOTROWSKI S. 1995 — Transport pośmiertny muszli *Dreissena polymorpha* na przykładzie jeziora Dąbie (NW Polska). Tradycja a nowoczesność w interpretacjach sedimentologicznych. IV Krajowe Spotkanie Sedymetologów. Kraków: 136–137.

PIOTROWSKI S. 1997 — Mięczaki jeziora Dąbie. [In:] Wykorzystanie badań malakologicznych w ekologii i ochronie środowiska. Mat. 13 Krajowego Seminarium Malakologicznego, Świnoujście.

PIOTROWSKI S. & DUBICKA J. 1994a — Brzegowe odsypy muszlowe Zalewu Szczecińskiego. Cz. I. Analiza jakościowo-ilościowa. Prz. Geol., 42: 928–932.

PIOTROWSKI S. & DUBICKA J. 1994b — Brzegowe odsypy muszlowe Zalewu Szczecińskiego. Cz. II. Analiza biometryczna muszli. Prz. Geol., 42: 1021–1024.

RAUP D. M. & STANLEY S. M. 1984 — Podstawy paleontologii. PWN, Warszawa: 20–46; 336–342.

WIKTOR J. 1962 — Jakościowe i ilościowe badania fauny dennej Zalewu Szczecińskiego. Cz. II, Pr. Mor. Inst. Ryb., 11/A: 81–112.