

Ewa Legeżyńska, Krystyna Wiktor

### FAUNA DENNA ZATOKI PUCKIEJ WŁAŚCIWEJ\*

Zatoka Pucka właściwa, zwana też Zalewem Puckim, ograniczona od wschodu płyczną Ryfu Mew jest, z racji swego położenia i konfiguracji szczególnie narażona na eutrofizujące działanie ścieków i zanieczyszczeń spływających z lądu.

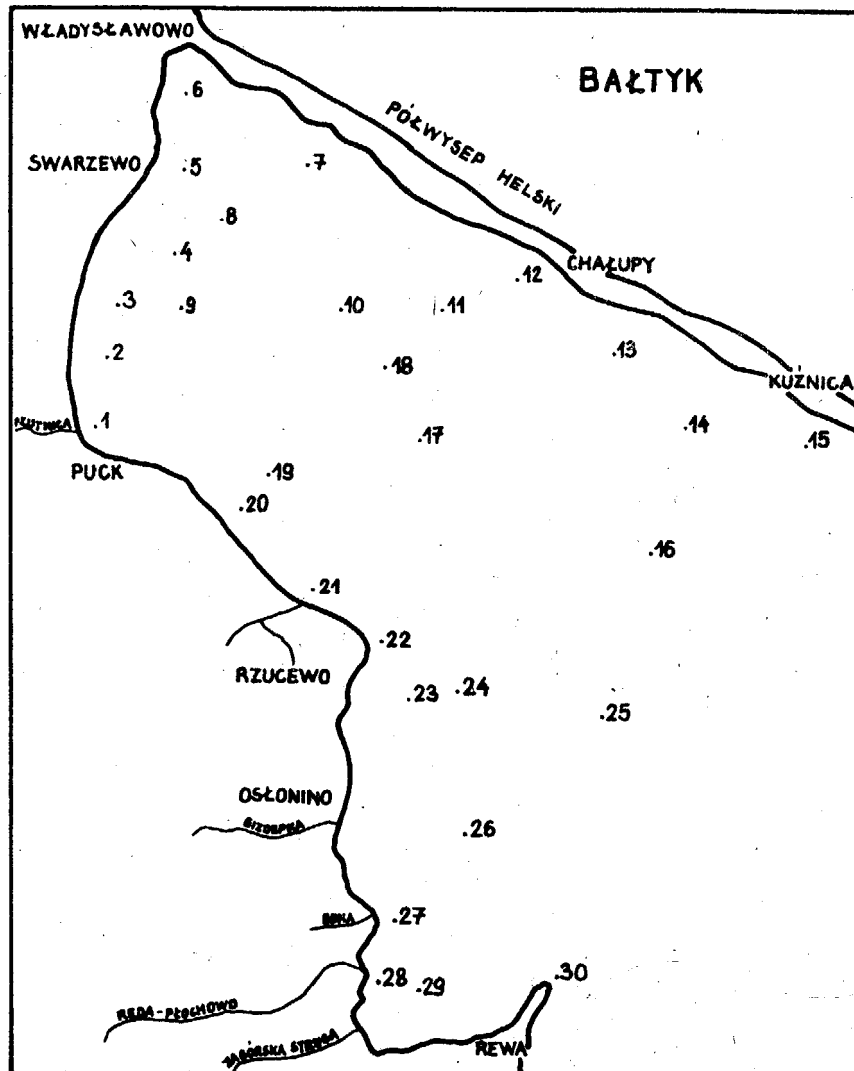
Pierwsze kompleksowe badania nad fauną denną Zatoki Puckiej prowadził w latach 1962–1963 Żmudziński (1967). Wyniki badań powtórzonych na Zatoce Puckiej właściwej przez Instytut Oceanografii UG (SK NO, 1975) w sierpniu 1974 r. wykazały wystąpienie znacznych różnic w ogólnej biomacie, a zwłaszcza jej rozmieszczeniu. Podobne zresztą zmiany ekologiczne zaistniały w tymże czasie w składzie i rozmieszczeniu fitobentosu tego akwenu (Wiktor, 1976). Wobec istniejącej ciągłej eskalacji spływu zanieczyszczeń do tego akwenu praca niniejsza podjęta została w celu stwierdzenia, jakim ewentualnym dalszym przemianom podlega zoobentos w Zatoce Puckiej wewnętrznej.

#### Materiał i metoda

Materiały do niniejszej pracy zebrano w okresie od 8 do 26 sierpnia 1977 r. z gęstej siatki punktów (łącznie 30 stacji). Lokalizacja punktów, przedstawiona na rysunku 1 była analogiczna jak w trakcie badań przeprowadzonych w Instytucie Oceanografii w 1974 roku. Daje to możliwość bardziej precyzyjnego uchwycenia ewentualnych zmian w zasiedleniu tego rejonu. Zachowano też analogiczną metodę zbioru.

Na każdej ze stacji pobierano 3 próby czerpaczem dna typu Ekmann o bokach 12,5 × 12,5 cm, całość próby przemywano na sicie o oczkach 0,5 mm, a uzyskaną próbę konserwowano w 4% roztworze formaliny. Każdą próbę segregowano na gatunki, względnie – rzadziej – na rodzaje lub wyższe jednostki taksonomiczne (Hydrobidae, Oligochaeta, larwy Tendipedidae). Określano liczebność osobników poszczególnych gatunków i ich biomasę w próbce. Otrzymane dane przeliczano na powierzchnię 1 m<sup>2</sup> (tabl. 1 i 2).

\* Prace wykonane w problemie 10.2 koordynowanym przez Instytut Ekologii PAN.



Rys. 1. Rozmieszczenie punktów zbioru prób zoobentosu w Zatoce Puckiej wewnętrznej  
 Fig. 1. The distribution of stations at which samples of zoobenthos were taken in the Puck Bay proper

### Skład i rozmieszczenie fauny dennej

W zebranych materiale wyróżniono 28 gatunków zwierząt należących do 6 gromad. Szczegółowy wykaz gatunków, wraz z danymi dotyczącymi ich liczebności i biomasy na poszczególnych stacjach zawierają tablice 1 i 2\*. Niżej podajemy ich omówienie.

\* Tablice 1, 2 i 3 zamieszczono na końcu artykułu.

**Priapulida**

1. *Halicryptus spinulosus* Siebold: znaleziony na 12 punktach, najregularniej występował wzdłuż północno-zachodniego krańca Zatoki. Maksymalną liczebność: 341 osobników/1 m<sup>2</sup> osiągnął w przejściu Ryf Mew–Kuźnica, pkt. 15. Średnia biomasa w badanym akwenu wynosiła 0,161 g/m<sup>2</sup>.

**Polychaeta**

1. *Nereis diversicolor* Müller: notowany na całym obszarze badań, z wyjątkiem punktu położonego w Jamie Chałupskiej. Gatunek ten był liczniejszy na przybrzeżnych płyciznach, niż w partii centralnej (rys. 2). Szczególnie licznie występował pod Kuźnicami i przy Cyplu Rewskim. Maksymalna liczebność: 7370 osobników/m<sup>2</sup>, maksymalna biomasa: 50 g/m<sup>2</sup>. Średnia biomasa dla badanego akwenu wynosiła 13,2 g/m<sup>2</sup>, co stanowi 3,33% ogólnej biomasy zoobentosu.
2. *Pygospio elegans* (Claparede): stwierdzony został na 22 punktach, brak go w Jamie Chałupskiej oraz w rejonie Cypla Rewskiego. Maksymalnie stwierdzona liczebność: 9436 osobników/m<sup>2</sup> (pkt. 18). Średnia biomasa wynosi 3,75 g/m<sup>2</sup>, co stanowi 0,19% ogólnej biomasy zoobentosu.
3. *Fabricia sabella* (Ehrenberg): stwierdzona na trzech punktach (6, 11 i 18), maksymalną liczebność osiągnęła na skraju mielizny Piasku Dziewiczego (pkt. 18): 4580 osobników/m<sup>2</sup>.

**Oligochaeta:**

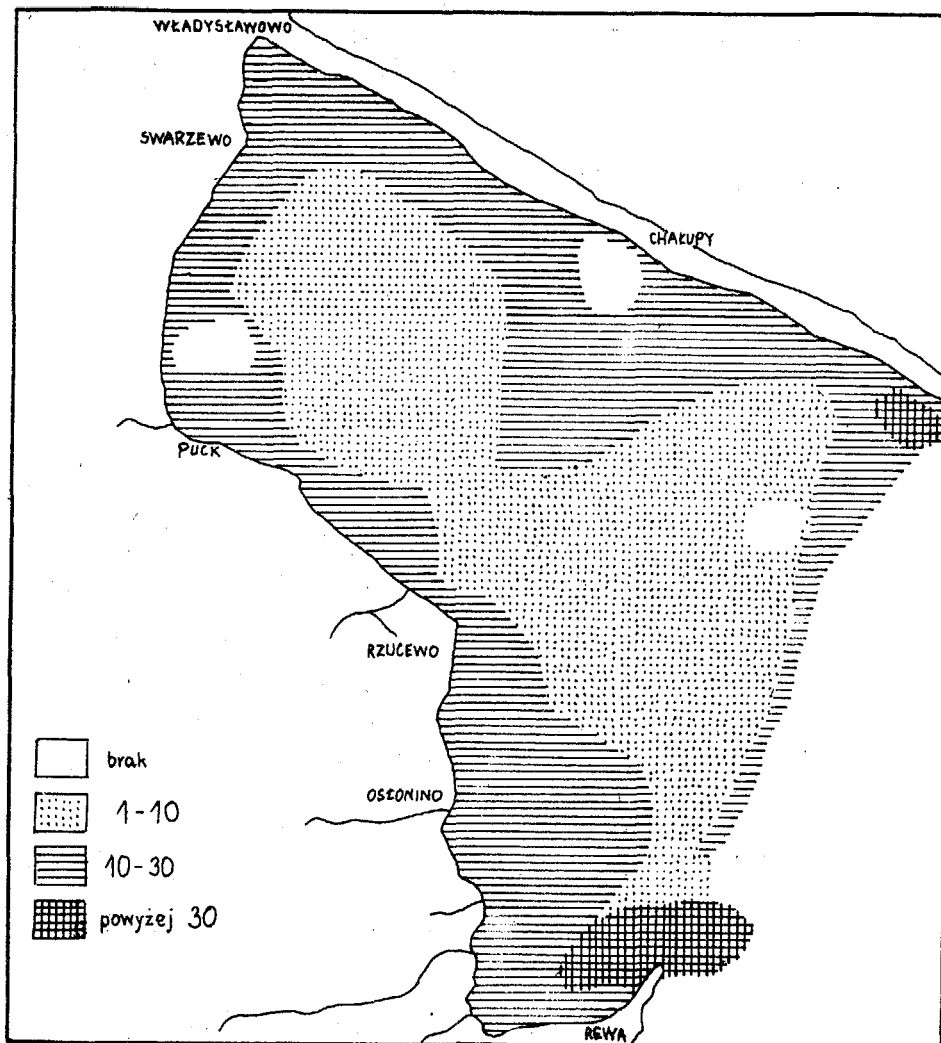
Rozsiedlone były dość nierównomiernie na całym akwenu, nie stwierdzono ich na 11 z 28 badanych punktów. Liczebność ich wahała się w dużych granicach: od kilkudziesięciu do 11 800 osobników/m<sup>2</sup>, mimo to średnia ich biomasa wynosi zaledwie 0,006 g/m<sup>2</sup>, co stanowi 0,035% ogólnej biomasy.

**Crustacea**– **Tanaidacea**

1. *Heterotanais oerstedti* (Kröyer): wystąpił na 8 punktach, szczególnie licznie na Piasku Dziewiczym: 4771 osobników/m<sup>2</sup> w punkcie 16 i 36 481 osobników/m<sup>2</sup> w punkcie 18. Był on tu gatunkiem dominującym pod względem liczebności. Jednak jego średnia biomasa dla akwenu jest niewielka i wynosi 0,10 g/m<sup>2</sup>, mały ma też udział w biomacie ogólnej, gdyż zaledwie 0,026%. Na uwagę zasługuje fakt, że gatunek ten podawany przez Jazdzewskiego (1971) i Żmudzińskiego (1967) jako liczny i pospolity w Zatoce Puckiej, w latach siedemdziesiątych z tego akwenu się wycofuje (Witek, 1973, SKNO, 1974).
2. *Cyathura carinata*: gatunek stwierdzony na 19 punktach. Tworzy skupiska wzdłuż skraju Piasku Dziewiczego, podobnie jak *Heterotanais oerstedti*. Średnia biomasa wynosi 0,506 gm<sup>2</sup>, co stanowi 0,13% biomasy ogólnej.

– **Isopoda**

3. *Idothea chelipes* Pallas: rozsiedlona na całym akwenu mniej więcej równomiernie, z wyjątkiem krawędzi Ryfu Mew, gdzie liczebność jej wyraźnie maleje, lub też brak jej



Rys. 2. Biomasa *Nereis diversicolor* w 1977 r., w  $g/m^2$   
 Fig. 2. The biomass of *Nereis diversicolor* in 1977  $g/m^2$

- zupełnie. Średnia liczebność wynosiła 467 osobników/ $m^2$ , średnia biomasa: 1,51  $g/m^2$ , co stanowi 0,38% biomasy ogólnej.
4. *Idothea balthica* (Pallas): występowała na całym badanym obszarze, mniej liczna w półn-zachodnim krańcu Zatoki Puckiej oraz wzdłuż jej brzegów zachodnich. Zarówno średnią biomasą jak i liczebnością przewyższa poprzednio omówiony gatunek. Średnia biomasa wynosi 1,51  $g/m^2$  co stanowi 0,43% ogólnej biomasy.
  5. *Jaera* sp. wystąpiła na 9 punktach, najliczniej w okolicy Swarzewa (pkt. 9), Jąmy Chałupskiej i na przejściu: Kuźnica – Ryf Mew. Na pozostałych punktach osiągała niewielką liczebność. Średnia biomasa wynosi zaledwie 0,19  $g/m^2$ , co stanowi 0,044% biomasy ogólnej.

6. *Sphaeroma* sp.: stwierdzona została na 20 punktach, jednak większe skupiska tworzy jedynie na skraju Jamy Chałupskiej, przy Cyplu Rewskim i na skraju Piasku Dziewiczego. Na pozostałych punktach występuje nielicznie. Średnia biomasa wynosi  $0,336 \text{ g/m}^2$ , co stanowi  $0,083\%$  biomasy ogólnej.

#### Amphipoda

7. *Gammarus salinus* Spooner: bardzo liczny w rejonie Głębi Centralnej, na skraju Jamy Chałupskiej i na przejściu Kuźnice – Ryf Mew. Na pozostałych punktach występuje nielicznie. Średnia biomasa dla akwenu wynosi  $1,71 \text{ g/m}^2$ , co stanowi  $0,43\%$  biomasy ogólnej.
8. *Gammarus oceanicus* Segestræle ma bardziej ograniczone rozszedlenie niż poprzednio wymieniony gatunek. Wystąpił zaledwie na 10 punktach, najliczniej w Jamie Kuźnickiej i wzdłuż przejścia: Kuźnica – Ryf Mew (odpowiednio  $809$  i  $1044$  osobników/ $\text{m}^2$ ). Mimo to średnia biomasa dla akwenu jest dość wysoka:  $2,099 \text{ g/m}^2$ , co stanowi  $0,53\%$  biomasy ogólnej.  
Należy podkreślić, że dwa wymienione ostatnio gatunki są wśród Gammaridae najliczniej reprezentowane. Pod względem biomasy stanowią one  $89\%$  skorupiaków tej rodziny.
9. *Gammarus locusta* Sars wystąpił jedynie na pięciu punktach w ilości średnio  $208 \text{ szt/m}^2$ . Średnia biomasa dla akwenu wynosi  $0,13 \text{ g/m}^2$ , co stanowi zaledwie  $0,032\%$  ogólnej biomasy.
10. *Gammarus zaddachi* Spooner wystąpił na 6 punktach. Liczebność jego była niewielka. Średnia biomasa dla akwenu wynosi  $0,19 \text{ g/m}^2$ , a udział w ogólnej biomacie  $0,049\%$ .
11. *Gammarus inaequicauda* notowany był na pięciu punktach, jednak bardziej licznie tylko na punkcie 2 ( $139$  osobników/ $\text{m}^2$ ). Jego średnia biomasa wynosi  $0,081 \text{ g/m}^2$ , a udział w ogólnej biomacie  $0,020\%$ .
12. *Melita palmata* (Montague) stwierdzona została wyłącznie na punkcie 15, gdzie tworzyła duże skupisko ( $1022 \text{ szt/m}^2$ ).
13. *Leptocheirus pilosus* Zaddachi stwierdzony został na 6 punktach, w niewielkiej liczebności. Średnia biomasa wynosi  $0,014 \text{ g/m}^2$ , co stanowi zaledwie  $0,003\%$  ogólnej biomasy. Żmudziński (1967) wymienia go jako jednego z pospolitych i licznych, szczególnie w pasie płytkowodnym, mieszkańców Zatoki Puckiej. Również w materiałach zebranych w 1974 r. był dość powszechny (SKNO, 1975).
14. *Corophium volutator* (Pallas) stwierdzony został na 16 punktach, występował głównie wzdłuż zachodniego brzegu Zatoki, na południe od Pucka. Szczególnie dużą liczebność osiągnął u ujścia Redy –  $2854$  osobników/ $\text{m}^2$ . Średnia biomasa dla akwenu wynosiła  $0,70 \text{ g/m}^2$  udział w ogólnej biomacie:  $0,178\%$ .

#### Insecta

reprezentowane były głównie przez larwy Tendipedidae. Zostały stwierdzone na 17 punktach, głównie w północnej części Zatoki. Maksymalne zagęszczenie,  $6497$  osobników/ $\text{m}^2$  stwierdzono w Jamie Chałupskiej, tutaj też były elementem zdecydowanie

dominującym tak pod względem liczby osobników jak i biomasy (56% i 46% odpowiednio). Średnia biomasa dla akwenu wynosi  $1,85 \text{ g/m}^2$ , a udział w biomacie ogólnej 0,488%.

#### Gastropoda

1. *Theodoxus fluviatilis* (L.) rozsielony był stosunkowo równomiernie na całym obszarze, większe koncentracje tworzył u przejścia Kuźnica – Ryf Mew ( $2130 \text{ osobników/m}^2$ ), Jamy Chałupskiej i Swarzewa. Średnia biomasa dla akwenu wynosi  $3,25 \text{ g/m}^2$ , co stanowi 0,82% biomasy ogólnej.
2. Hydrobidae: przedstawiciele tej rodziny występują bardzo obficie na całym obszarze badań, osiągając liczebność aż do  $56\,253 \text{ osobników/m}^2$ , jak miało to miejsce w Jamie Kuźnickiej. Również bardzo licznie wystąpiły na punktach położonych przy Władysławowie i Cyplu Rzucewskim. Średnia liczebność wynosiła  $10\,987 \text{ osobników/m}^2$ . Hydrobidae pod względem liczebności były dominantami aż na 16 punktach. Stwierdzona w materiałach z 1977 r. liczebność przewyższa wielokrotnie podawane dla tej rodziny z lat poprzednich tak, że można mówić wręcz o „inwazji” Hydrobidae w 1977 roku. Według danych Żmudzińskiego (1967) biomasa Hydrobidae wahała się w granicach od 0 do  $20 \text{ g/m}^2$ , wg danych SKNO z 1974 r. wynosiła średnio  $15 \text{ g/m}^2$ , podczas gdy w 1977 r. aż  $50,13 \text{ g/m}^2$  przy wahaniami od 28,05 do  $367,0 \text{ g/m}^2$ . Udział jej w ogólnej biomacie wynosił 12,68%, natomiast w biomacie Gastropoda aż 82,4%.
2. *Lymnea peregra* Müller została stwierdzona na 15 punktach. Występuje głównie w północnej części Zatoki (do linii Puck–Chałupy). Największą liczebność notowano w pół-wschodnim krańcu Zatoki (pkt. 8) i w Jamie Chałupskiej (odpowiednio  $4090$  i  $1512 \text{ osobników/m}^2$ ). Średnia biomasa wynosi  $8,28 \text{ g/m}^2$ , co stanowi 1,92% biomasy ogólnej.

#### Bivalvia

1. *Mytilus edulis* L. wystąpił na 13 punktach w liczbie od kilku do  $14\,271 \text{ osobników/m}^2$ . Największe jego skupiska znajdowały się wzdłuż Ryfu Mew, brak go było natomiast zupełnie w kącie pół-zachodnim (rejon Swarzewa i Władysławowa). Średnia jego biomasa wynosiła  $184,80 \text{ g/m}^2$  przy maksymalnej:  $3,661 \text{ g/m}^2$ , a udział w biomacie ogólnej wynosił aż 46,78%.  
Mimo, że liczebnością ustępuje sercówce (*Cardium glaucum*) jednak pod względem biomasy stanowi dominujący składnik w obrębie małżów (59,8% biomasy małżów).
2. *Cardium glaucum* Bruguiere występuje na całym obszarze, na wszystkich punktach badawczych. Największe skupiska tworzy w okolicy Cypla Rewskiego, gdzie występuje w zagęszczeniu do  $50\,119 \text{ osobników/m}^2$ . Na pozostałym obszarze rozsielona jest mniej więcej równomiernie, w ilości do kilku tysięcy sztuk/ $\text{m}^2$ . Średnia biomasa sercówki wynosi  $71,52 \text{ g/m}^2$ , co stanowi 18,10% ogólnej biomasy.
3. *Cardium hauniense* Höpner, Petersen i Russel, sercówka drobna, występująca jedynie w wodach Zatoki Puckiej wewnętrznej, na obszarze pokrytym roślinnością, została stwierdzona na 16 punktach. Większe skupienia tworzy wzdłuż brzegów, od

północnego krańca zatoki do Zatoki Rewskiej. Mimo dosyć dużej liczebności – maksymalne zagęszczenie jej wynosiło 2949 osobników/1, m<sup>2</sup>, średnia biomasa wynosi 1,70 g/m<sup>2</sup>, co stanowi 0,43% ogólnej biomasy.

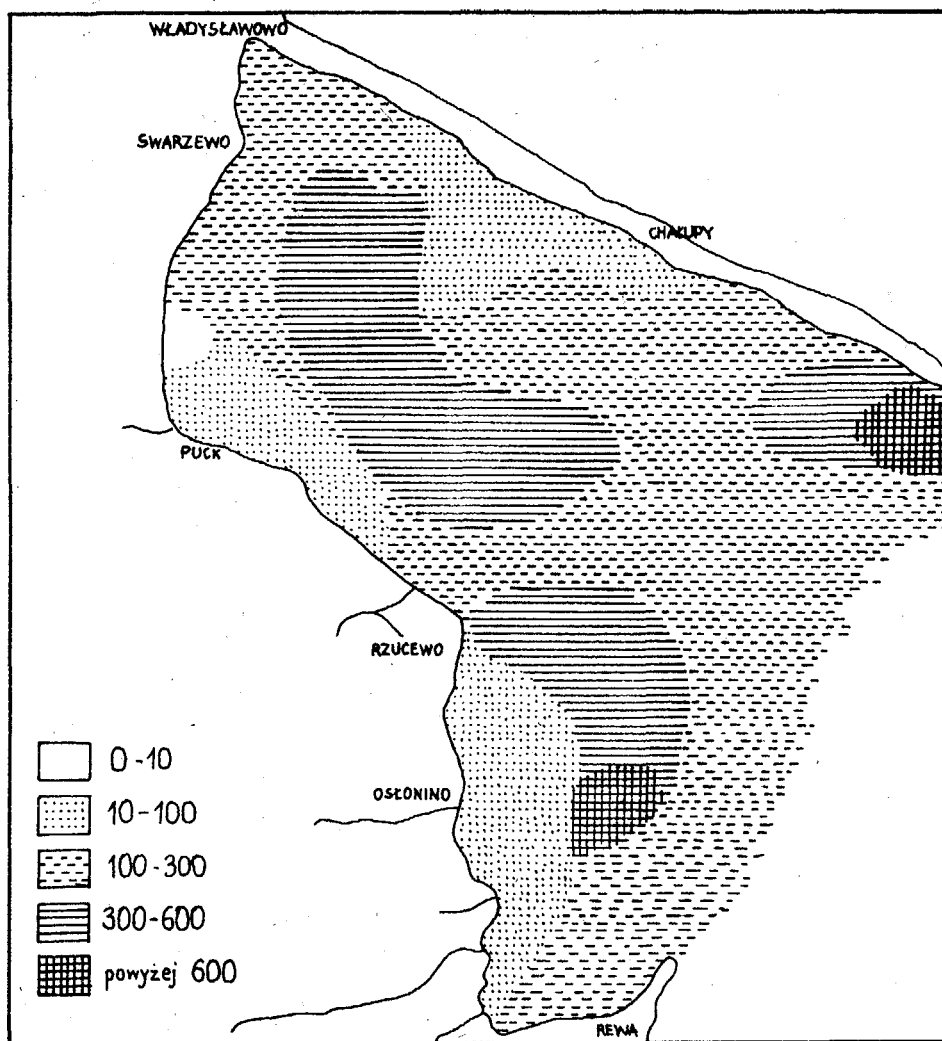
4. *Macoma balthica* (L.) wystąpiła na 19 punktach. Największe zagęszczenie osobników notowano wzdłuż Ryfu Mew, szczególnie u jego północnego krańca oraz w okolicy Swarzewa. Brak jej zupełnie w Jamie Chałupskiej i Jamie Kuźnickiej. Średnia biomasa wynosi 26,63 g/m<sup>2</sup>, czyli 6,4% biomasy ogólnej.
5. *Mya arenaria* (L.) wystąpiła również na 19 punktach, a jej rozsiedlenie jest bardzo zbliżone do podanego dla *Macoma balthica*. Średnia biomasa dla akwenu wynosi 25,09 g/m<sup>2</sup>, i stanowi 6,35% ogólnej biomasy. Ze względu na tryb życia tego małża: zagrzebywanie się stosunkowo głęboko w dno, przez co jest mało dostępna dla narzędzi zbioru materiału, uzyskane wyniki odnośnie jej zagęszczenia i biomasy są przypuszczalnie zaniżone.

#### Wieloletnie zmiany struktury i rozmieszczenie biomasy zoobentosu

Biorąc pod uwagę skład gatunkowy zoobentosu Zatoki Puckiej wewnętrznej można stwierdzić, że nie uległ on niemal żadnym zmianom w tym akwenu na przestrzeni lat 1962–1977. Liczebność natomiast poszczególnych gatunków ulegała w tym czasie większym lub mniejszym fluktuacjom. Dotyczy to na przykład takich gatunków, jak *Heterotanais oerstedti*, *Leptocheirus pilosus*, czy rodzina Hydrobidae. W dalszym ciągu również dominantami pozostają: *Bivalvia*, *Polychaeta* i *Crustacea*.

Znacznie wyraźniejsze zmiany obserwuje się w rozmieszczeniu biomasy ogółu zoobentosu na badanym akwenu, w udziale dominantów i średniej liczebności poszczególnych komponentów fauny dennej.

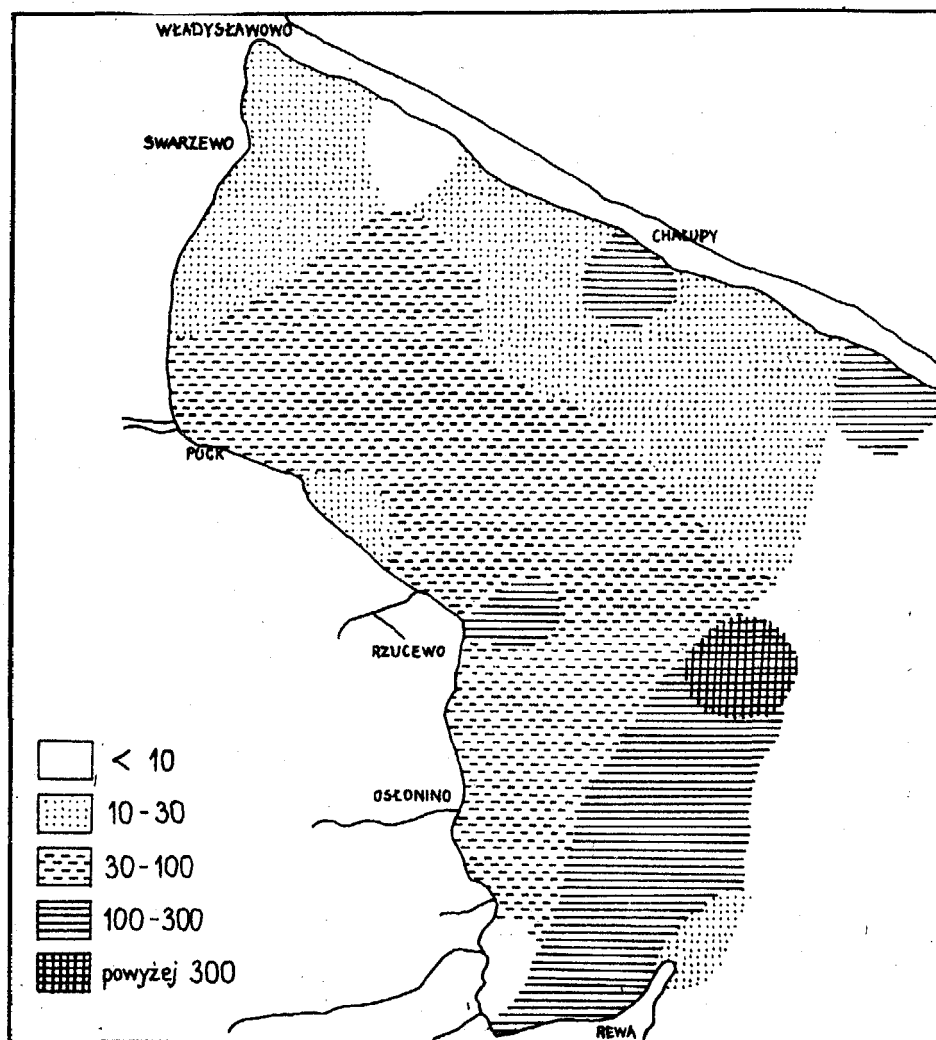
Rozmieszczenie biomasy zoobentosu w Zatoce Puckiej wewnętrznej zaznaczono schematycznie na rysunku 3. Biomasa ta waha się na poszczególnych punktach w znacznych granicach: od 5,8 g/m<sup>2</sup> w punkcie 2, do 4317 g/m<sup>2</sup> w punkcie 15 (Kuźnica – Ryf Mew). Ogólnie biorąc najniższą biomasą zoobentosu charakteryzują się przybrzeżne obszary dna wzdłuż zachodniego krańca Zatoki (linia Puck – Cypel Rewski), oraz płycizny przy brzegach północno-zachodnich zatoki. Największe wartości przybiera biomasa fauny dennej wzdłuż Ryfu Mew. Szczególnie pod tym względem wyróżniają się punkty skrajne u nasady Ryfu: w rejonie Kuźnicy oraz u południowego krańca Ryfu (pkt. 26), gdzie średnia biomasa przekracza 600 g/m<sup>2</sup>, dochodząc maksymalnie do 4307,27 g/m<sup>2</sup>. Dosyć wysoką biomasą, w granicach 300–600 g/m<sup>2</sup> cechuje się centralna część zatoki, jej partie najgłębsze, o przewadze dna mulistego, jednak o dość bogatej roślinności. Rejon ten rozpada się niejako na dwa języki, rozdzielone od siebie rozległym pasem dna o obniżonej biomasie (100–300 g/m<sup>2</sup>). Obejmuje on kąt północno-wschodni zatoki (Swarzewo–Władysławowo), ciągnie się wzdłuż krawędzi Piasku Dziewiczego, poprzez Jamę Chałupską aż do skraju Ryfu Mew, gdzie mamy ponownie wyraźne wzbogacenia fauny dennej.



Rys. 3. Biomasa fauny dennej w 1977 r., w  $g/m^2$   
 Fig. 3. The biomass of bottom fauna in 1977  $g/m^2$

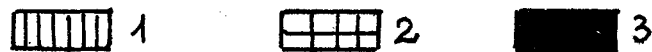
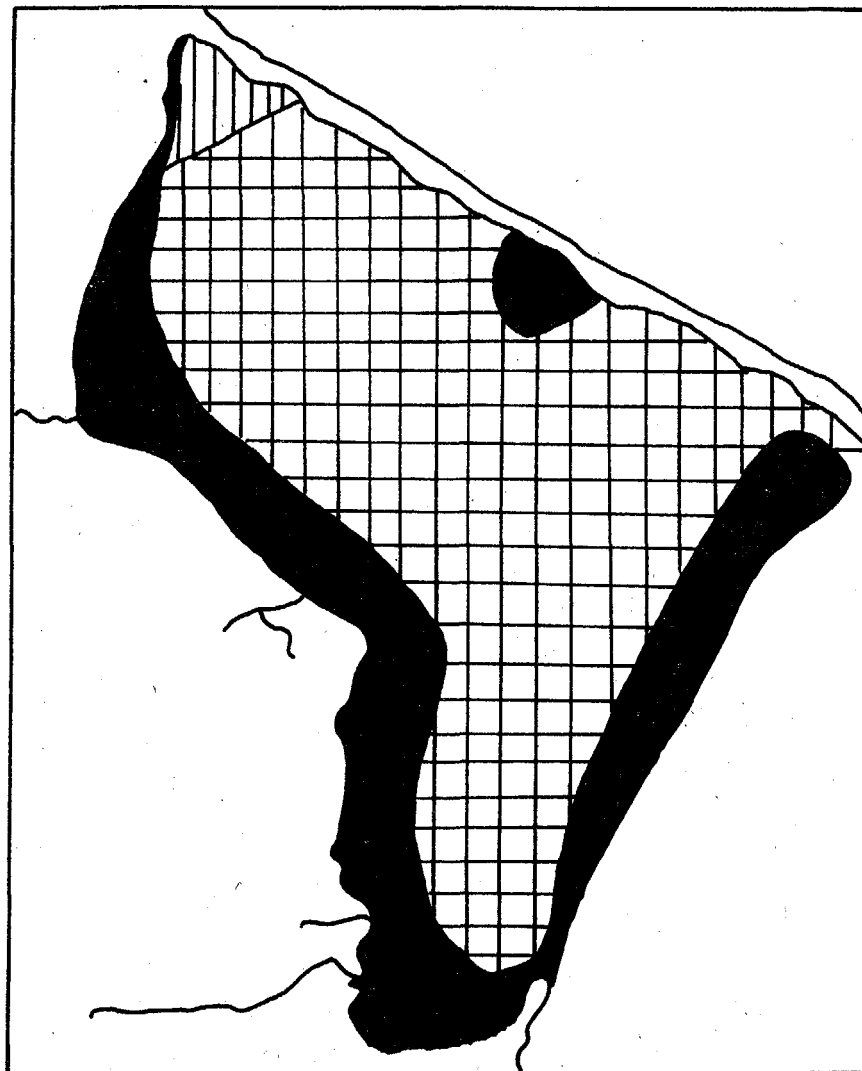
Obraz ten układał się nieco odmiennie w 1974 r. (SKNO, 1975) (rys. 4). Niezależnie od faktu, że średnia biomasa fauny dennej była znacznie niższa, niż w 1977 r., co zostanie omówione w dalszych wywodach, to względne różnice w wydajności dna kształtowały się odmiennie. Do najuboższych należały stacje położone w ujściu Redy oraz na mieliznach w pobliżu nasady cypla Helu, gdzie biomasa nie dochodziła do  $10 g/m^2$ . Niewiele bogatsze partie dna, o biomase nie przekraczającej  $30 g/m^2$  obejmowały obszar przybrzeżny, począwszy od Pucka, poprzez przybrzeżne wody całej północno-zachodniej części zatoki, wzdłuż północnych jej brzegów, aż po Jamę



Rys. 4. Biomasa fauny dennej w 1974, w  $g/m^2$  (wg SKNO.I.O., 1975)Fig. 4. The biomass of bottom fauna in 1974  $g/m^2$  (according to SKNO. I.O., 1975)

Kuźnicką i Ryf Mew. Na tym tle odbijała wyraźnie zwiększoną biomasą zoobentosu Jama Chałupska ( $102 g/m^2$ ). Największe obszary dna obejmujące przybrzeżne wody południowo-zachodniej i południowej części zatoki, aż po jej skraj Ryfu Mew i Zatokę Rewską cechowały się dość wysoką biomasą:  $30-100 g/m^2$ , natomiast najbogatsze obszary dna, podobnie jak w 1977 r. zlokalizowane były wzdłuż Ryfu Mew.

W 1962 r. (Żmudziński, 1967) rozmieszczenie biomasy zoobentosu różniło się jeszcze wyraźniej (rys. 5) od stanu stwierdzonego w 1977 roku. Do najbogatszych obszarów należały, podobnie jak w następnych okresach badań, partie dna położone wzdłuż Ryfu



Rys. 5. Biomasa fauny dennej, w 1962 r. (wg Żmudziński, 1967), w  $g/m^2$   
 1 -  $< 10 g/m^2$ ; 2 -  $> 0-3 g/m^2$ ; 3-30 -  $100 g/m^2$ ; 4  $> 100 g/m^2$   
 Fig. 5. The biomass of bottom fauna in 1962 (according to Żmudziński)  $g/m^2$   
 1 -  $< 10 g/m^2$ ; 2 -  $> 0-3 g/m^2$ ; 3-30 -  $100 g/m^2$ ; 4  $> 100 g/m^2$

Mew. Ponadto Jama Chałupska, ale i pas dna leżący wzdłuż brzegów zachodnich: od Swarzewa do Zatoki Rewskiej włącznie.

Powstaje pytanie, czy zaobserwowane zmiany są przypadkowe, jaką tendencję wykazują i czy ta tendencja utrzymuje się w cyklu wieloletnim, czy też należy przypisać zaobserwowane różnice krótkookresowym fluktuacjom w nasileniu rozwoju poszczególnych gatunków.

Jako powtarzające się w cyklu wieloletnim zjawisko należy uznać dużą wydajność dna leżącego wzdłuż krawędzi Ryfu Mew, a szczególnie u jego północnej i południowej nasady.

Tendencją zarysowującą się również wyraźnie jest stopniowe ubożenie przybrzeżnych wód u zachodnich brzegów Zatoki. Różnica zasygnalizowana w 1974 r. pogłębiła się – biorąc pod uwagę nie bezwzględne wartości, a względną wydajność dna – w 1977 roku.

Również wyraźnie zaznacza się stopniowe ubożenie Zatoki Rewskiej i Jamy Chałupskiej. Jama Chałupska, zaliczona przez Żmudzińskiego (1967) do najbardziej wydajnego rejonu dna, w 1974 r. okazała się średnio wydajną, a w 1977 r. należy ją zaliczyć do ubogich (powyżej  $100 \text{ g/m}^2$  w 1962 r.,  $102 \text{ g/m}^2$  w 1974 r. i zaledwie  $80 \text{ g/m}^2$  w 1977 r.). Przypuszczalnie stopniowe ubożenie ww. obszarów dna Zatoki Puckiej należy łączyć ze wzrastającym zanieczyszczeniem wód wpływających do tego akwenu z łądu, jak ma to miejsce u zachodnich wybrzeży, względnie z akumulacją zanieczyszczeń w warunkach słabej wymiany wód, jak ma to miejsce w Jamie Chałupskiej.

Szczególnie intensywny spływ wód rzecznych (Reda, Płutnica i inne drobniejsze ciekiki) ma miejsce właśnie u brzegów zachodnich. Obniżenie biomasy zoobentosu zaznacza się szczególnie wyraźnie w Zatoce Rewskiej, bogatej wprawdzie dzięki dopływom w sole biogeniczne i substancję organiczną, jednak równocześnie silnie zanieczyszczonej innego typu ściekami. Użyźniający wpływ substancji biogennej, wnoszonych ciekami, zaznacza się w tym rejonie zwiększeniem biomasy bentosu dopiero w większym oddaleniu od brzegu, gdzie zanieczyszczenia, głównie komunalne, ulegają rozcieńczeniu i częściowo, rozkładowi.

Charakterystyczny jest również fakt, że z niską biomasą łączy się tu również małe urozmaicenie składu gatunkowego zoobentosu: i tak u ujścia Redy w skład jego wchodzi 5 gatunków, w Jamie Chałupskiej 9 gatunków, podczas gdy na pozostałych punktach ilość ta waha się od 14 do 22, wynosząc średnio 15.

Jak wspomniano uprzednio, nie tylko rozmieszczenie biomasy uległo zmianie. Zaobserwować się również dały zmiany w udziale i średniej biomasy poszczególnych jej składników, jakimi są: Bivalvia, Gastropoda, Crustacea i Polychaeta. Jak wynika z tablicy 3, średnia biomasa Polychaeta utrzymuje się w ciągu całego cyklu badań na mniej więcej jednakowym poziomie, wynosząc dla akwenu od 14 do  $15 \text{ g/m}^2$ . Znacznemu zmniejszeniu w latach 1974 i 1977 uległa biomasa skorupiaków: z  $20 \text{ g/m}^2$  w 1962 r. do  $7 \text{ g/m}^2$  w 1974 i  $9 \text{ g/m}^2$  w 1977 roku. Zwraca tu uwagę znaczne podobieństwo w danych dotyczących średniej biomasy skorupiaków w obu ostatnich cyklach badawczych, w związku z czym można stwierdzić, że w ostatnim piętnastoleciu zmniejszenie się biomasy Crustacea w tym akwenu istotnie nastąpiło, mimo że skład gatunkowy i dominacja

gatunków zostały zachowane bez zmian. Zarówno w 1974 r. jak w 1977 r. dominowały dwa gatunki *Idothea* oraz dwa gatunki rodzaju *Gammarus* (*G. oceanicus* i *G. salinus*).

Największe różnice obserwować można porównując zmiany średniej biomasy *Bivalvia* i *Gastropoda*. Biomasa ślimaków była w 1974 r. trzykrotnie prawie niższa, a w 1977 r. prawie trzykrotnie wyższa niż w roku 1962. Tak duża średnia biomasa *Gastropoda* w 1977 r. wiąże się z omawianą poprzednio „inwazją” rodziny *Hydrobiidae*, zjawiskiem obserwowanym już od dwu lat również w przybrzeżnych wodach Zatoki Puckiej. Natomiast udział *Gastropoda* w ogólnej biomasy fauny dennej nie uległ tak zasadniczym zmianom i waha się od 11,5% w 1974 r. do 15,5% w 1977 r. (tabl. 3).

Bardzo wyraźnie zmieniała się średnia biomasa, jak i jej udział w ogólnej biomasy małżów (*Bivalvia*). Wahania wynosiły: od 137,5 g/m<sup>2</sup> i 67,5% udziału w ogólnej biomasy w 1962 r. po 308,7 g/m<sup>2</sup> i aż 78,2% udziału w ogólnej biomasy w 1977 roku.

W 1977 r. w obrębie *Bivalvia* dominował zdecydowanie omułek, stanowiąc aż 58% biomasy małżów. W poprzednich latach ta dominacja aż tak silnie się nie zaznaczała. Omułek tworzący zwarte skupiska na krańcach Ryfu Mew występuje w Zatoce Puckiej wewnętrznej raczej wyspowo, można tu więc mówić o dużej przypadkowości w zbiorze materiałów. Jednakże, abstrahując od omułka, zaobserwowano również w 1977 r. wzrost biomasy i liczebności zarówno sercówki (*Cardium glaucum*), jak i rogowca (*Macoma balthica*), co potwierdza wniosek o zwiększeniu ogólnie średniej biomasy małżów w rejonie badań.

Tego typu przebudowa struktury zoobentosu – zmniejszenie biomasy skorupiaków na rzecz zwiększenia biomasy małżów – może pociągnąć za sobą daleko idące zmiany w charakterze i tempie przepływu energii przez poszczególne poziomy troficzne i cały ekosystem. Skorupiaki, głównie *Idothea* i przedstawiciele rodziny *Gammaridae*, tworzące gros biomasy *Crustacea*, stanowią ważny składnik pokarmowy większości żyjących w tym akwenie ryb lub ich narybku (Morawski, 1978), jak i wyższych skorupiaków: *Crangon*, *Palaemon* (Wiktor, w druku), same natomiast prowadzą drapieżny tryb życia, względnie odżywiają się szczątkami roślinnymi i detritusem. Natomiast małże, a szczególnie omułek, wykorzystujące jako filtratory głównie pierwsze ogniwo – fitoplankton, są tylko w niewielkiej mierze wykorzystywane przez organizmy reprezentujące dalsze ogniwa łańcucha pokarmowego. Tak na przykład niewielkie ilości *Hydrobiidae*, *Macoma balthica* i *Cardium glaucum* stwierdzano w diecie niektórych tylko gatunków ryb, głównie młodocianych (płoc, płastugi), jeszcze mniejszy udział stanowią w pokarmie *Decapoda* (*Crangon crangon*, *Palaemon adspersus*).

Wzrost liczebności i biomasy małżów może zatem prowadzić do wzrostu tempa akumulacji substancji organicznej w dnie, przy czym większe ilości wyprodukowanej czy naniesionej z ładu substancji organicznej wypadać mogą z obiegu nie wchodząc na wyższe poziomy troficzne.

Zwiększenie biomasy małżów i ich udziału w ogólnej biomasy zoobentosu w Zatoce Puckiej wewnętrznej należy przypuszczalnie odnieść do postępującej eutrofizacji tego akwenu. Byłoby to o tyle zrozumiałe, że proces postępującej eutrofizacji związany jest z

dopływem i akumulacją substancji organicznej, z której małże bezpośrednio, lub dzięki zwiększonej produkcji fitoplanktonu – pośrednio, mogą korzystać. Natomiast ubożenie stopniowe dna w rejonie zachodnich obrzeży Zatoki Puckiej wewnętrznej należy raczej odnosić do zwiększonego wpływu zanieczyszczeń różnego typu, nie tylko substancji biogenych, spływających rzekami i ciekami z lądu.

Tablica 3

Średnia biomasa poszczególnych składników fauny dennej w Zatoce Puckiej w latach 1962–1977 i ich udział w ogólnej biomacie

The average biomass of the individual groups of demersal fauna in the Puck Bay Proper in the years 1962–1977 and their percentage in their global biomas

Składnik/ okres badań	1962 r. (wg Żmudziński 1967 zmodyfikowane*)		1974 r. badania SKNO–I.O		1977 r. badania własne	
	g/m <sup>2</sup>	%	g/m <sup>2</sup>	%	g/m <sup>2</sup>	%
Nemertini	1,0	0,5	0,09	0,1	—	—
Polychaeta	15,0	7,3	15,20	19,5	13,95	3,5
Oligochaeta	0,70	0,3	0,01	—	0,13	—
Crustacea	20,60	10,2	6,99	9,0	9,44	2,4
Insecta	2,40	1,2	1,40	1,8	1,85	0,4
Gastropoda	26,17*	12,8	8,96	11,5	60,95	15,5
Bivalvia	137,50*	67,6	45,43	58,1	308,74	78,2
Varia	0,30	0,1	0,03	—	0,16	—
Razem	203,67	100,0	78,11	100,0	395,21	100,0

\* Żmudziński (1967) podawał dane dotyczące biomasy wyłącznie ciała małżów i ślimaków (bez muszli), dane z 1974 r. oraz z badań bieżących operują biomasa ww. zwierząt wraz z muszlą, dane z 1962 r. sprowadzono dla celów porównawczych do jednolitej formy, zwiększając odpowiednio wartości: i tak dla Bivalvia, zgodnie z danymi Żmudzińskiego (1967) przyjęto, iż ciężar muszli stanowi 52% ogólnego ciężaru osobnika, dla Gastropoda – odpowiednio – 66%.

#### Literatura

1. Jażdżewski K., 1971. Ekologia pancerzowców (Malacostraca) Zatoki Puckiej. Acta Biol. Med. t. 16, Gdańsk, GTN
2. Morawski M., 1978. Biologia i ekologia *Gobius niger* L. i *Pomatoschistus minutus* (Pallas) (Gobiidae) z Zatoki Gdańskiej. Maszynopis Inst. Oceanografii UG, Gdańsk (rozprawa doktorska)
3. SKNO-I.O., 1974. Skład i zagęszczenie zoobentosu na tle zmian środowiska. Maszynopis Inst. Oceanografii UG, Gdańsk
4. Wiktor K., 1976. Zmiany w biocenozach wód przybrzeżnych i przyujściowych Bałtyku jako wynik wzrostu zanieczyszczeń. Studia i Mat. Oceanol. PAN, nr 15, Biol. Morza (3) Sopot
5. Wiktor K., w druku. Pokarm i odżywianie *Palaemon adspersus* (Ratke) i *Crangon crangon* L. z wód Zatoki Gdańskiej. Zesz. Nauk. Wydz. BiNoZ UG, Oceanografia, nr 6 i 7, Gdańsk

Gatunek	Punkt															
	1	2	3	4	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
1. <i>Halicyptus spinulosus</i>	21		64	43	192	64	107		128		21		341			
1. <i>Nereis diversicolor</i>	1 385	347	660	1 299	2 194	1 086	1 271	852	2 684	2 215	2 215	1 321	3 664	256		
2. <i>Pygospio elegans</i>	405	347	3 983	575	4 878	6 028	1 534	1 321	64	2 002	2 002		4 771	405		
3. <i>Fabriceia sabella</i>					64	64			85							
1. <i>Oligochaeta</i>			107		554	128	256		2 481		107	1 598	682			
1. <i>Neomysis integer</i>							21									
2. <i>Pranus flexuosus</i>					128	320	21	4 771	128							
3. <i>Heterotanais cerstedtii</i>						85	21	426	64		85		192			
4. <i>Cyathura carinata</i>	170		64	639	149	213	1 363	298	2 535	277	639	64	937	64		
5. <i>Idothea chelipes</i>	362	554	383	85		21	578	192	362		256	21	5 368	809		
6. <i>Idothea balthica</i>			21	21			937		21				895	213		
7. <i>Jaera</i> sp.	43			107					64		43	1 001		21		
8. <i>Sphaeroma</i> sp.	256	139	149	107		128	485		192							
9. <i>Gammarus locusta</i>				170					128							
10. <i>Gammarus oceanicus</i>				107					192							
11. <i>Gammarus salinus</i>	21		21				23		213	128	128	809	1 044	511		
12. <i>Gammarus zadachi</i>									128	128	170	341	1 299	43		
13. <i>Gammarus inaequicauda</i>		139			21				107	128	64	21	107	320		
14. <i>Melitha palmata</i>				21									1 022	320		
15. <i>Barthoporeia pilosa</i>								21			21	107	21	2 876		
16. <i>Leptocheirus pilosus</i>	21											107	64	21		
17. <i>Corophium volutator</i>	406			107	21		578	21	21	873	21	213				
18. <i>Gammarus</i> juv.																
1. <i>Insecta</i>	21	554	596	213		128	1 406	149	10 927	6 497	21	278				
1. <i>Theodoxus fluviatilis</i>	64		64	426	234	43	660	4 004	4 217	980	43	107	2 130	320		
2. <i>Hydrobia</i> sp.	3 877	485	7 008	6 837	35 188	11 012	9 031	4 004	4 217	277	7 860	56 253	17 338	2 876		
3. <i>Lymnea peregra</i>	43	69	980	490	660	4 090	277	213	298	1 512			64	21		
1. <i>Mytilus edulis</i>				128		43	703	21		43			14 271	511		
2. <i>Cardium hauriense</i>		347	596	447	43	107	980	256					149	43		
3. <i>Cardium galicum</i>	3 408	1 109	4 622	5 282	1 811	3 515	6 752	2 961	3 898	4 281	4 281	277	1 874	639		
4. <i>Macoma balthica</i>	64		383	21	85	2 130	554	21	21	320	320	107	3 025			
5. <i>Mya arenaria</i>		139	43	21	64	660	43	21		85			405	21		
Łącznie szt./m <sup>2</sup>	11 565	4 227	19 745	17 040	46 284	29 798	27 576	15 511	29 500	11 545	18 233	62 452	59 661	6 007		



Galunek	Punkt	1	2	3	4	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
	1. Halargyptus spinulosus	0,1840	—	0,1550	0,1058	0,1787	0,2803	0,1934	—	0,7114	—	0,0245	—	1,8640	—	—
	1. Nereis diversicolor	23,2713	0,1414	6,8160	6,7732	16,5077	3,8579	6,4916	2,3332	19,3687	—	26,0273	10,8332	50,5193	0,1821	14,02
	2. Pygospio elegans	0,1327	0,0117	2,7830	0,0903	0,8382	4,7167	0,7568	0,8620	0,0100	—	1,4825	—	2,2993	0,1229	0,35
	3. Fabricia rabelia	—	—	—	—	0,0217	—	—	—	0,0007	—	—	—	—	—	—
	1. Oligochaeta	—	—	0,0530	—	0,2083	0,0230	0,0600	—	0,0801	—	0,0083	0,5357	0,3244	—	0,018
	1. Neomysis integer	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2. Praunus flexuosus	—	—	—	—	—	—	0,0130	—	—	—	—	—	—	—	—
	3. Heteroranaia cerisei	—	—	—	—	0,0134	0,0249	0,1197	0,3127	0,0081	—	—	—	—	—	0,023
	4. Cyathura carinata	0,9832	—	0,1630	—	—	0,6761	—	4,5960	0,0798	—	—	—	1,4887	—	0,210
	5. Idotea chelipes	0,3332	0,7866	0,5810	2,8717	0,2522	0,8842	2,8959	0,6177	11,3331	0,2015	0,2277	0,1052	2,7552	1,1447	0,798
	6. Idotea baltea	—	—	0,1700	0,4100	—	0,0364	1,8160	1,5566	1,6338	—	2,1411	0,0934	24,2196	2,2895	2,095
	7. Jarea sp.	0,0121	—	—	0,0937	—	—	0,1881	—	0,0951	2,8544	2,1894	—	0,2937	—	—
	8. Sphaeroma sp.	1,7257	0,0228	0,2480	0,1408	—	—	—	—	0,1069	—	0,0192	2,3294	—	0,0650	0,344
	9. Gammarus locusta	—	—	—	0,7634	—	—	1,3898	—	1,0846	1,8676	—	—	—	0,0496	—
	10. Gammarus oceanicus	—	—	—	0,6217	—	—	—	—	1,3922	—	—	13,4045	—	—	—
	11. Gammarus zaddachi	—	—	—	—	0,2060	—	—	—	—	—	1,4348	1,2250	—	—	1,030
	12. Gammarus inaequicauda	—	0,5602	—	—	—	—	—	—	0,2652	—	—	—	1,2213	—	—
	13. Melithea palmata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	14. Gammarus salinus	0,1602	—	0,1540	—	—	—	0,1673	—	2,2337	10,1463	1,2948	—	1,4880	—	—
	15. Bathyporeia pilosa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,9771	7,3711	—	1,489
	16. Leptocherius pilosus	0,0452	—	—	0,0062	—	—	—	—	—	—	—	0,0305	0,0484	—	—
	17. Caropium volutator	1,5604	—	—	0,0320	0,0115	—	—	0,0515	0,7508	—	0,0327	0,0320	0,1531	—	—
	18. Gammarus juv.	—	—	—	—	—	—	0,2243	—	1,0254	—	—	0,1659	—	—	—
	1. Insecta	0,2151	0,1165	0,5740	1,2622	—	0,1103	0,5973	0,0177	9,5961	37,8469	0,1911	0,2060	—	—	—
	1. Theodoxus fluviatilis	0,4154	—	0,6100	6,5900	4,5143	0,3440	7,5615	—	—	12,2756	0,7525	1,5864	25,9487	7,0077	—
	2. Hydrobia sp.	9,9901	0,1018	29,9390	48,4111	103,9395	55,3000	39,1253	16,4724	26,9166	0,7197	32,6680	376,2740	87,3290	14,3319	—
	3. Lymeea peregrina	1,2989	1,1977	37,0340	23,1497	9,5611	45,5202	11,3088	10,9237	22,0270	14,3647	—	—	0,9542	0,2023	13,926
	1. Mulinus edulis	—	—	—	96,1011	—	33,6459	177,0718	2,8007	—	0,8861	—	—	3661,5985	192,7013	—
	2. Cardium hauriense	—	1,6602	2,4140	1,9943	0,1887	0,4620	6,5210	1,0874	—	—	—	—	4,6862	0,1687	—
	3. Cardium glaucum	8,7969	0,0398	69,1900	57,8216	99,1847	57,6274	51,6766	31,2043	35,0992	—	93,8394	89,5723	72,9738	23,5817	249,800
	4. Macoma baltica	9,5586	—	50,0200	4,3533	11,5970	26,4354	38,9779	—	1,5390	—	43,8382	—	218,5395	—	8,474
	5. Mya arenaria	—	1,1530	37,1490	9,1733	39,1500	148,9713	3,1564	2,5177	—	—	41,1160	47,2604	107,6455	0,1553	12,462
	Egzenie biomasa g/m <sup>2</sup>	58,70	5,79	238,08	260,77	285,87	379,21	350,31	92,35	135,35	81,16	247,28	546,23	4307,27	242,00	305,046



