

LILIANA KLEKOT

Instytut Kształtowania Środowiska — Warszawa

ZATOKA PUCKA OSOBLIWOŚCIĄ HYDROLOGICZNĄ BAŁTYKU

Treść: 1. Wstęp, 2. Materiał i metoda, 3. Teren, 4. Wyniki, 5. Podsumowanie;
Summary; Literatura.

1. WSTĘP

Zatoka Pucka, zwana też Małym Morzem, jest najbardziej na zachód wysuniętą częścią Zatoki Gdańskiej. Jest ona oddzielona ok. 12 km podwodnym piaszczystym wałem, okresowo wynurzającym się. Mielizna ta, zwana Ryfem (Rewą) Mew stanowi barierę częściowo izolującą ok. 120 km² akwenu dla wyróżnienia nazywanego Zatoką Pucką właściwą, wewnętrzną lub niekiedy Zalewem Puckim. Rozległe płycizny Zatoki Puckiej właściwej, oddzielone głębszymi miejscami w postaci jam i rynny, stwarzają odmienną konfigurację dna w porównaniu ze wschodnią częścią Zatoki Puckiej, zwaną helską, gdzie płycizny szerszym pasem występują tylko wzdłuż Półwyspu Helskiego.

Bariera w postaci Ryfu Mew, zróżnicowana konfiguracja dna Zatoki Puckiej właściwej, stosunkowo duża powierzchnia, niewielka głębokość wpływają na odmienne kształtowanie się warunków fizyko-chemicznych i biologicznych zbiornika. W jakim stopniu Zatoka Pucka właściwa jest izolowanym akwenem, jak dalece odbiega charakterem od pozostałej części Zatoki Gdańskiej? Między innymi na te pytania starano się odpowiedzieć, podejmując w Zatoce Gdańskiej badania hydrobiologiczne w latach 1968—1971.

2. MATERIAŁ I METODA

Systematyczne pomiary w Zatoce Puckiej prowadzono w roku biologicznym 1969/1970, poczynając od wiosny 1969 r. do zejścia lodów w 1970 r. oraz w kolejnych latach 1968—1971, zawsze w sezonie letnim. Z racji specyfiki zbioru prób biologicznych z łąk podwodnych liczba serii z konieczności była ograniczona, a każda seria była bardziej roz-

Ryc. 1. Zatoka Pucka

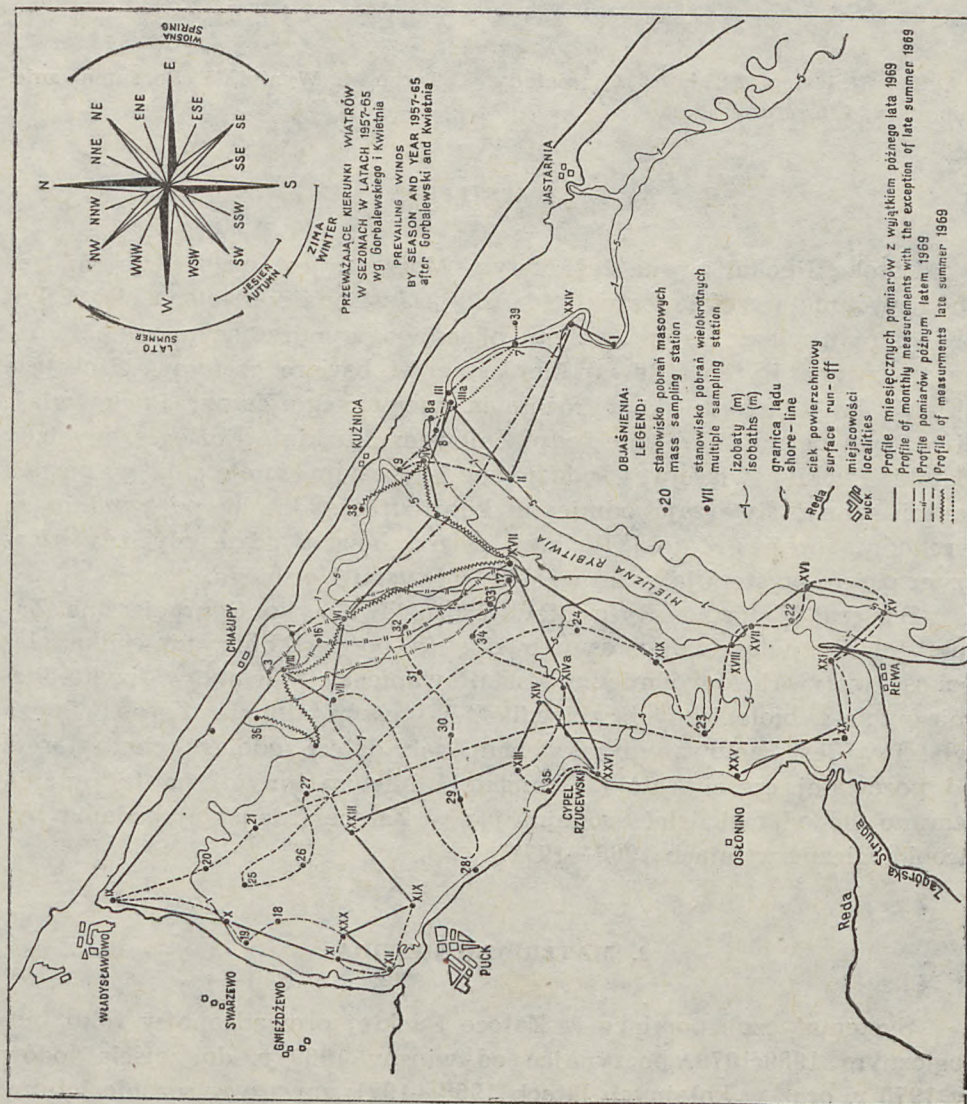


Fig. 1. Puck Bay

ciągnięta w czasie niż wymagałyby tego przeprowadzane wyłącznie hydrologiczne obserwacje. Wyznaczono 21 stałych stanowisk, okresowo zwiększano ich liczbę w trakcie badań. Na ryc. 1 cyframi rzymskimi oznaczono stałe stanowiska, natomiast dodatkowo uwzględnione w rozszerzonej serii z sierpnia — września 1969 r. oznaczono cyframi arabskimi. Każdorazowo na wyznaczonych stanowiskach notowano głębokość, mierzono temperaturę z dokładnością $0,5^{\circ}\text{C}$ na głębokościach, skąd pobierano wodę do analiz chemicznych czerpaczem Patalasa. Czerpacz ten posiadał standardowe wyposażenie w termometr. W kolejnych seriach do analiz pobierano zawsze wodę przydenną, a w niektórych przypadkach również i powierzchnię (latem 1968, 1972, maj 1969). Latem 1970 r. przeprowadzono dodatkowo obserwacje w profilach co 1 m głębokości. Tlen oznaczono metodą Winklera, chlorki metodą Mohra (wartości zasolenia odczytano z tablic Knudsen). W ostatniej serii, latem 1971 roku, mierzono przezroczystość wody krążkiem Secchiego. W dalszej części wyżej wymienione parametry zostały przedstawione na wykresach w kolejności wg profili zaznaczonych na ryc. 1.

3. TEREN

Brzeg południowego Bałtyku zbudowany jest z utworów polodowcowych, mało odpornych na dynamiczne działanie fal. Jest niszczony i wyrównywany [11]. Badany akwen przedstawiono na ryc. 1. Na Ryfie Mew i jego przedłużeniu od południa, na mierzei zwanej Szpyrkim, odbywa się stała akumulacja materiału, który z czasem może spowodować odcięcie Zatoki Puckiej właściwej [3]. Brzeg Zatoki Puckiej właściwej jest urozmaicony. Szpyrk tkwi nasadą w nizinny brzegu Mostowego Błota, który w większej swej części jest torfiasty. Tu znajduje się ujście Redy i Zagórskiej Strugi. Nizinny brzeg w kierunku N—W podnosi się. Budują go Kępa Pucka i Swarzewska, które miejscami urywają się nad Zatoką Pucką stromą ścianą klifową. W tych miejscach plaża jest bardzo wąska, kamienisto-piaszczysta. Pozostałe plaże będące w sąsiedztwie kęp i wzdłuż Półwyspu Helskiego są piaszczyste i znacznie szersze. Wspomniane Kępy, Swarzewska i Pucka, oddzielone są od siebie doliną Płutnicy. Oprócz wymienionych rzek do Zatoki Puckiej wewnętrznej wpada jeszcze kilka mniejszych cieków, np. spływające z Kępy Puckiej Gizdepka z ujściem pod Osłoninem, strumień Bładzikowski o dolinie szeroko rozwiniętej ze starorzeczami, zwężający się bardzo przy ujściu [3].

Dno Zatoki Puckiej jest wg Bączyka [1, 2] polodowcowym przedłużeniem dolin rzek. Przy przeciętnej głębokości 3 m dno jest zróżnicowane. Wzdłuż Półwyspu Helskiego ciągnie się szerokim pasem mielizna — Piaski Dziewicze, rozdzielona dwoma równoległymi do brzegu za-

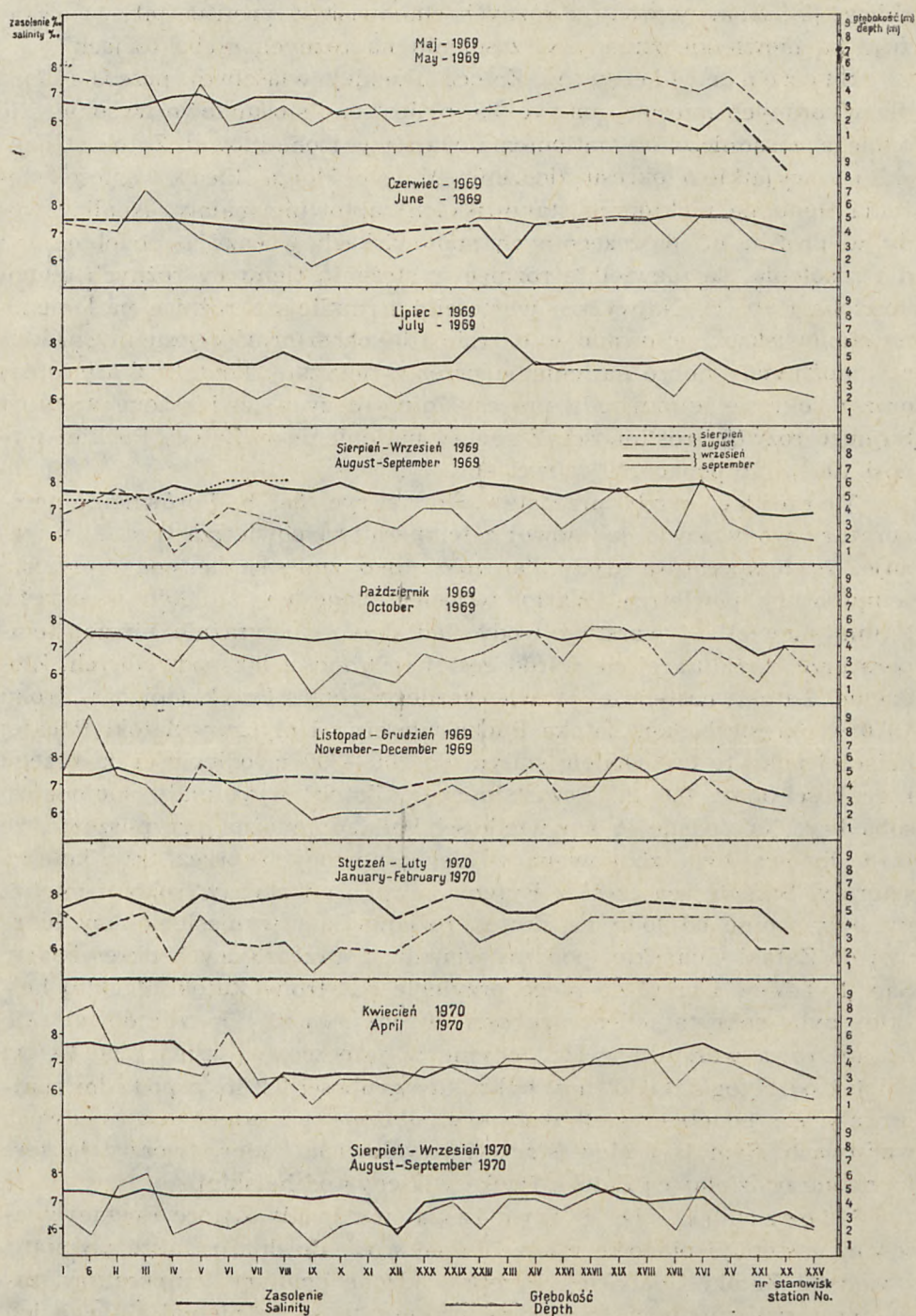
głębinami: bliższa Ryfu Mew — trójkątna Jama Kuźnicka o maksymalnej głębokości 8 m i mniejsza — Jama Chałupska, koło wsi Chałupy, o maksymalnej głębokości 4 m. Piaszczysty język Piasków Dziewichych wyznacza granicę między tymi jamami a rozległym zagłębieniem biegnącym łukowato wzdłuż brzegu „lądowego”, zwanym Rynną Pucką, o maksymalnej głębokości 6 m. Same Piaski Dziewicze są przedłużeniem mielizny biegnącej szerokim, miejscami zwężającym się pasem wzdłuż całego Półwyspu Helskiego od jego strony południowej. Mielizna kończy się tu stromym stokiem. Od strony wschodniej Ryfu Mew dno opada bardziej łagodnie i jest przeważnie piaszczyste. Piaszczysto-muliste bywa w części południowej i zachodniej będącej pod wpływem ścieków z Władysławowa i Pucka oraz w głębszych partiach, np. w Rynnie Puckiej, tam gdzie łąki podwodne są bardziej zwarte. Podłoże zdecydowanie muliste, jak podaje Jażdżewski [9], można spotkać w samym „kacie” Zatoki, u nasady Półwyspu Helskiego, w porcie Puck, ujściu Płutnicy, a także na obszernym dnie Jamy Kuźnickiej poniżej głębokości 6—6,5 m. Na ryc. 2 przedstawiono głębokości dla poszczególnych punktów pomiarowych w wybranych seriach. Notowane różnice głębokości na stanowiskach w różnych miesiącach są wynikiem wahań poziomu wody w akwenu, które tu mogą przekraczać 1 m.

Z uwagi na dużą powierzchnię i małą głębokość motorem ruchów mas wodnych w Zatoce Puckiej, podobnie jak w innych zbiornikach tego typu są warunki anemobaryczne [12]. Do analizy lokalnych warunków hydrologicznych wykorzystano obserwacje kierunku i siły wiatru oraz temperatury powietrza z b. PIHM. Ze względu na znaczny wpływ warunków lokalnych na zmianę kierunku i siły wiatru [10] nie korzystano z obserwacji stacji Puck, choć geograficznie leży ona najbliżej badanej części akwenu, a uwzględniano dane ze stacji Rozewie, która, oprócz Helu, notuje dla Zatoki Puckiej wiatry czynne.

4. WYNIKI

Przezroczystość wody stwierdzono do dna, przy czym znacznie więcej zawiesiny zawierały wody wzdłuż południowo-zachodnich brzegów, szczególnie w okolicach Pucka i Rewy.

Zasolenie wody w badanej części Zatoki Puckiej przedstawiono na ryc. 2. Zasolenie wody przydennej w większości przypadków wynosi ok. 7‰ i waha się w granicach 4,27—8,15‰. Nie odbiega więc zasadniczo od zasolenia wód powierzchniowych Zatoki Gdańskiej [6]. Wpływ rzek na wysokość zasolenia wody Zatoki Puckiej jest stosunkowo niewielki. Obniżenie w zasadzie notowano tylko na stanowiskach w pobliżu ujść Redy i Zagórskiej Strugi (st. XX i XXI) oraz Płutnicy (st. XII). Obserwacje te zgodne są z doniesieniami Żmudzińskiego [13] i Jażdżew-



Ryc. 2. Zasolenie wody przydennej

Fig. 2. Salinity of bottom water

skiego [8]. Analizy wody z różnych stanowisk w profilu (tab. 1) wskazują na niewielkie zmiany w zasoleniu na różnych głębokościach.

Stężenie tlenu w Zatoce Puckiej właściwej przedstawiono dla wybranych miesięcy na ryc. 3a, b. Jest ono stosunkowo wysokie. Nie odbiega zasadniczo od natlenienia warstwy izohalinowej Zatoki Gdańskiej z wyjątkiem okresu zlodzenia Małego Morza, kiedy wartości stężenia tlenu na niektórych stanowiskach raptownie malały. Analizy wody w profilu na poszczególnych stanowiskach wskazują, podobnie jak dla zasolenia, na niewielkie różnice w stężeniu tlenu na różnych głębokościach (tab. 1). Najwyższe wartości i najmniejsze różnice natlenienia na stanowiskach notowano w okresie silnych sztormów jesiennych, które umożliwiały dobre natlenienie przez zwiększony kontakt z atmosferą oraz w okresie letnim, gdy procesy fotosyntezy są zwiększone wskutek bujnego rozwoju roślinności. Z reguły natlenienie w Zatoce Puckiej wynosi 100% lub ponad 100% (ryc. 4).

Termikę wody przedstawiono na ryc. 3a, b. Porównanie temperatury wody powierzchniowej z temperaturą powietrza (ryc. 4) wskazuje, że temperatura wody bardzo szybko zmienia się pod wpływem temperatury powietrza. Warto zwrócić uwagę na istnienie w okresie letnim niewielkiej warstwy wody nad dnem o wyraźnie niższej temperaturze, znajdującej się wśród gęstej roślinności łąk podwodnych. Zlodzenie Zatoki następuje prawie każdego roku. Przykładowo w roku 1970 w okresie badań, Zatoka Pucka właściwa i płycizny Zatoki Puckiej helskiej pokryte były lodem stałym do 200—300 m odległości od brzegu i grubości max. 0,6 m. Pozostałą część Zatoki wypełniały spojone ze sobą kry. Na podstawie ich wielkości i układu można przypuszczać, że tafla lodowa była zbudowana z kier wnoszonych przez trzy kolejne sztormy. Sąsiadująca część z Ryfem Mew i Depka na wysokości mielizny były wolne od lodu na skutek rozłamania i wyniesienia kry lodowej do Zatoki Gdańskiej podczas wiatrów poprzedzających okres badań. Sam Ryf Mew i część do niego przyległa od strony Zatoki Puckiej helskiej była pokryta lodem grubości 30 cm, a pod nim znajdowała się ok. metrowa warstwa śryżu. Jedynie w zatoczce, w sąsiedztwie Rewy, lód już od brzegu zbudowany był z kier grubości 0,2 m, a pod nim znajdowały się podobne wielkością kry, ułożone w jednej lub w dwóch warstwach. Sam Ryf Mew stanowi „zwałowisko” kier, tworząc barierę wyraźnie oddzielającą Zatokę Pucką właściwą od helskiej.

Mieszanie się i wymiana wody. W Zatoce Puckiej właściwej następuje pionowe mieszanie się wody do dna, a także wymiana z wodami Zatoki Gdańskiej. Przeprowadzone pomiary temperatury, zasolenia i natlenienia wskazują, że procesy te są tu niemal stałe, a ich intensywność zmienia się w zależności od pory roku.

W okresie jesiennym, podczas silnych i długotrwałych sztormów (ryc. 2 i 3b, listopad—grudzień 1969) wymiana wody z Zatoką Gdańską

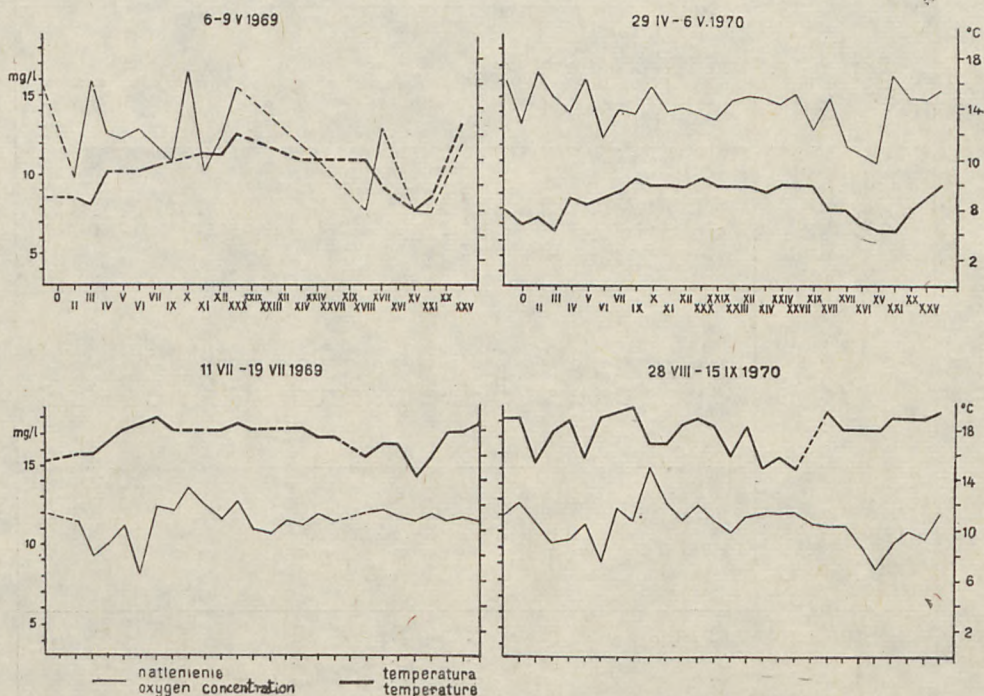
Tabela 1
Table 1
Warunki natlenienia i zasolenia w profilach wybranych stanowisk
Oxygen concentration and salinity in cross-sections of chosen stations

Stano- wisko Station	Data Date	Głębokość (m) Depth (m)	Natlenienie (mg/l) Oxygen concen- tration (mg/l)	Zasolenie (‰) Salinity (‰)	Tempe- tura (°C) Tempe- rature (°C)	Data Date	Głębokość (m) Depth (m)	Natle- nienie (mg/l) Oxygen concen- tration (mg/l)	Zasole- nie (‰) Salinity (‰)	Tempe- ratura (°C) Tempe- rature (°C)
I	5 V 70	0	13,16 13,56 14,02 13,65 13,72 13,52 13,65	7,59 7,66 7,56 7,61 7,66 7,64 7,56	6,5 — — — — 6,0	28 VIII 70	0	10,11 10,11 10,11	7,07 7,29 7,29	19 — 19
IV	6 V 70	7 0	13,32 12,09 11,89	7,38 7,70 7,66	7,0 — 7,0	30 VIII 70	0 1,5	9,07 8,79	7,38 7,20	19 19
VII	6 V 70	3,5 0	11,99 12,06 12,06	5,54 5,72 5,69	8 — 7,5	1 IX 70		10,54 10,28 10,55	7,25 7,07 7,25	19,5 — 19,5
XV	4 V 70	2,7 0	13,26 13,69 14,05 13,82	8,15 7,27 7,27 7,28	5 4,5 — 4,2	29 III 70	0 3	9,45 9,29 8,09	7,25 7,16 7,38	19 — 19
XVIII	4 V 70	0	10,00 7,86 8,66 9,56 10,26	6,82 6,89 7,00 7,07 7,16	7 — 6,5 — 6	29 VIII 70	0 3,5	8,79 9,45 9,45 9,62	6,98 6,93 6,90 7,02	19 — — 18
XXI	4 V 70	5 0	12,16 11,91 12,72	6,71 6,93 7,29	6,3 5,9 5,8	29 VIII 70	0 3	10,61 10,23 9,29	6,26 6,27 6,30	19 — 19
XXX	29 IV 70	3,1 0 3,7	9,13 11,26 11,66	6,71 6,66 6,55	8 8 8	3 IX 70	0 3,2	9,62 9,62 9,78	7,04 7,07 7,16	18,5 — 18,5

odbywała się nie tylko poprzez dwa wąskie przegłębienia między łądem, Ryfem i Półwyspem Helskim, ale również i na całej długości poprzez Rewę Mew, z reguły zanurzoną w tym okresie, a siła i częstość wiatru powodowała ustawiczne mieszanie do dna. Zasolenie, natlenienie i temperatura były najbardziej wyrównane na wszystkich stanowiskach i najbardziej zbliżone do wartości tych parametrów dla wód powierzchniowych Zatoki Gdańskiej. Odmienna sytuacja występowała zimą.

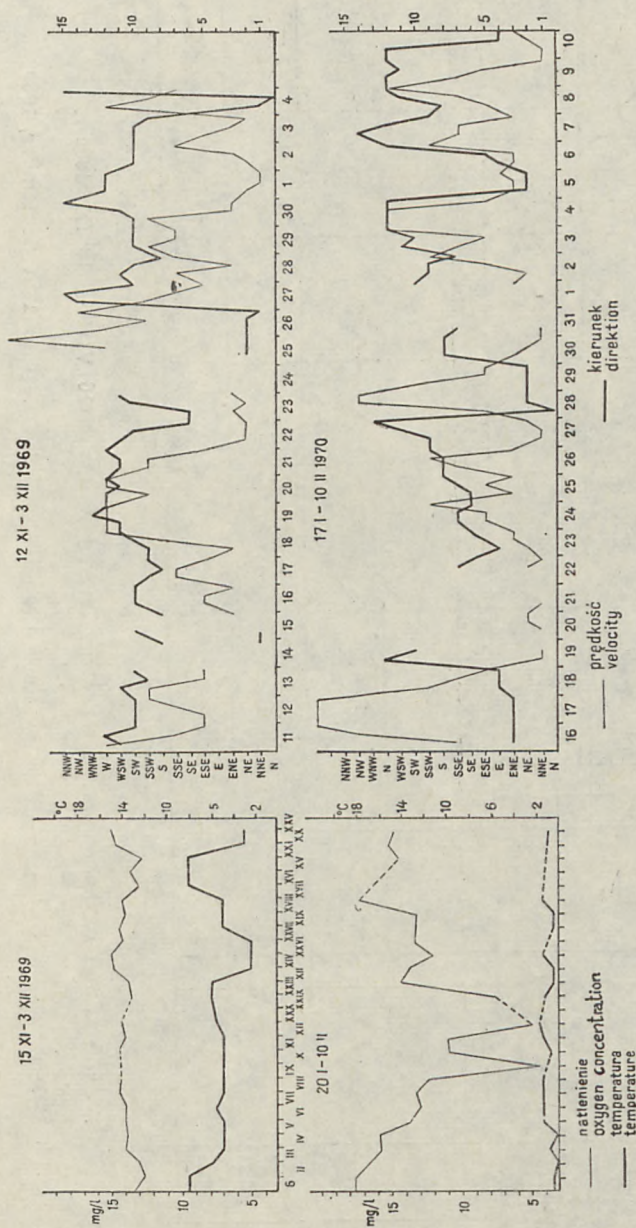
Zatoka prawie każdego roku zamara, a powierzchnia zlodzień i jej grubość jest zależna od ostrości zimy. Jest to okres, kiedy Ryf Mew i pokrywa lodowa powodują, że Zatoka Pucka właściwa przez Ryw Mew i lód pozostaje w najmniejszym stopniu pod wpływem Zatoki Gdańskiej. W tym okresie jest najbardziej izolowana. Notowane zasolenie wody przydennej (ryc. 2, styczeń—luty 1969) było wysokie, z wyraźnym obniżeniem na stanowiskach w pobliżu ujść rzek. W okresie zimy, gdy lód ograniczał fotosyntezę i uniemożliwiał natlenienie wody z atmosfery, natlenienie wody malało wraz ze wzrostem odległości punktów pomiarowych od części nie zlodzonej (ryc. 3a, styczeń—luty 1969) akwenu.

Przedstawione dwie sytuacje, gdy Zatoka Pucka właściwa znajdowała się w maksymalnym stopniu pod wpływem Zatoki Gdańskiej, i



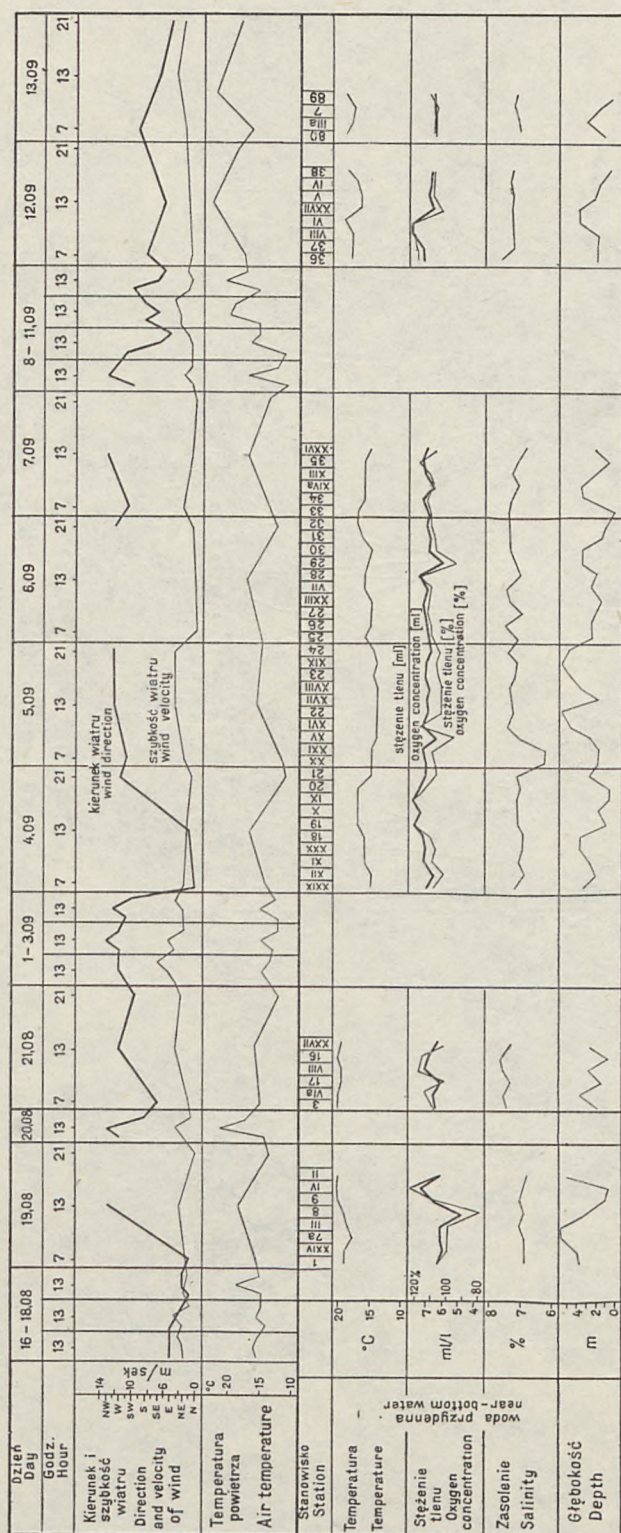
Ryc. 3a. Natlenienie i temperatura wody przydennej w wybranych miesiącach

Fig. 3a. Oxygen concentration and temperature of bottom water in given months



Ryc. 3b. Natlenienie i temperatura wody przydennej oraz obserwacje wiatru w wybranych miesiącach

Fig. 3b. Oxygen concentration and temperature of bottom water and wind observations in given months



Ryc. 4. Warunki fizyko-chemiczne w Zatoce Puckiej w dniach 16 VIII — 13 IX 1969 r.

Fig. 4. Physico-chemical characteristics of Puck Bay from 16th August to 13th September, 1969

drugi, gdy była najbardziej odizolowana, stanowią skrajne układy dla akwenu. Najczęściej jednak stopień mieszania się i wymiany wody uzależniony jest od wiatrów o zmiennym kierunku i niedużej sile, gdyż te najczęściej występują. Przykładowo przeanalizowano tu warunki zaistniałe na przełomie sierpnia—września 1969 r. (ryc. 4). Serię tę wybrano ze względu na znacznie rozszerzoną liczbę punktów pomiarowych.

W dniach 19—21 VIII 1969 r. w związku z letnim nagrzaniem zbiornika temperatura wody wahała się od 18 do 20°C. Przy wiatrach z kierunku NE—NW nastąpiło prawdopodobnie zepchnięcie wód powierzchniowych w kierunku południowym i podejścia wód z warstw głębszych Zatoki Gdańskiej. Wskazuje na to stosunkowo niskie natlenienie i zasolenie charakterystyczne dla warstwy izohalinowej. W dniu 21 VIII pod wpływem wiatrów z sektora zachodniego nastąpiło zepchnięcie wód powierzchniowych w kierunku wschodnim, a z prądem kompensacyjnym zassane zostały wody z głębszych warstw Zatoki Gdańskiej. Wskazuje na to stosunkowo wysokie zasolenie, natomiast wartości koncentracji tlenu wskazują na intensywne wymieszanie wody.

W dniach 4—7 IX przy słabych wiatrach z sektora zachodniego, a nawet przy ciszy nastąpiło zepchnięcie wód powierzchniowych w kierunku wschodnim oraz dalszy napływ wód Zatoki Gdańskiej o wyższym zasoleniu. Jedynie na stanowiskach 20 i 21 obserwowano znaczny spadek zasolenia, spowodowany oddziaływaniem Redy i Zagórskiej Strugi. Mimo znacznej powierzchni badanego akwenu i zróżnicowanej głębokości, wartości temperatury, zasolenia i natlenienia są bardzo wyrównane. Wskazuje na to zaleganie bardzo jednorodnej masy wodnej, której genezy z braku niedostatecznej liczby danych ustalić nie można. Jedynie na podstawie wartości zasolenia ok. 8‰ należy przypuszczać, że pochodzi ona z niższej położonych warstw Zatoki Gdańskiej.

W dniach 12—13 IX przy wiatrach z sektora południowego, na omawiany obszar napływały wody powierzchniowe, cieplejsze, o nieco niższym zasoleniu i zróżnicowanej koncentracji tlenu, ale o tendencji zniżkowej (szczególnie w dniu 13 IX).

W okresie tych badań panujące warunki anemobaryczne — mała prędkość przy dużej zmienności kierunku wiatrów — nie mogły wytworzyć sytuacji charakterystycznych dla wiatrów „pozytywnych” czy „negatywnych” [4], a jedynie powodowały nieznaczne przesunięcia mas wodnych.

Daje się zauważyć prostą zależność między głębokością a zasoleniem przy wiatrach z jednego sektora, np. dnia 5 IX.

Krótkotrwały okres ciszy może odzwierciedlać stan wytworzony przez ostatnio panujące wiatry z daleko idącą modyfikacją, wywołaną przez bezwładnościowe ruchy mas wodnych, np. 6—7 IX. Powyższe obserwacje można podsumować następująco:

1. Omawiany okres ujmuje sytuację o słabej wymianie wód między badanym akwenem a Zatoką Gdańską. Przedstawia warunki panujące w badanym zbiorniku przy minimalnym wpływie Zatoki Gdańskiej.
2. Zasolenie wskazuje na zaleganie jednorodnej masy wodnej.
3. Natlenienie wykazuje większy związek z temperaturą niż zmianą głębokości. Prawdopodobnie zależność ta pozostaje w związku z charakterem pokrycia dna roślinnością fotosyntetycznie aktywną, rosnącą zwarcie lub luźno, bądź rozkładającą się roślinnością nanoszoną. Czynnikiem ten przy tak wyjątkowych warunkach wiatrowych najprawdopodobniej miał duże znaczenie dla lokalnej koncentracji tlenu, na co wskazywałyby procentowe wartości natlenienia.

5. PODSUMOWANIE

Przeprowadzone obserwacje świadczą o ogromnej dynamice tego akwenu, który ze względu na wyjątkowe ukształtowanie dna, dużą stosunkowo powierzchnię przy małej głębokości przy słabych wiatrach w ograniczonym stopniu podlega wpływom Zatoki Gdańskiej — a jeszcze bardziej przy całkowitym zlodzeniu, to znów zachowuje się jak część Zatoki Gdańskiej nie różniąca się w zasadzie warunkami fizykochemicznymi od jej wód powierzchniowych, co następuje w okresach sztormowych.

Według Demela [4], wiejące wiatry dzielą się na dwie grupy o przeciwnym oddziaływaniu na ruch mas wodnych w Zatoce Gdańskiej: wiatry „pozytywne” — napędzające wodę i „negatywne” — wyprowadzające wodę z Zatoki. Ssąco-tłoczące działanie wiatrów powoduje obserwowane zmiany poziomów wody, powoduje także objęcie przez prądy konwekcyjne całej warstwy wody w Zalewie Puckim i płytkich przybrzeżnych okolicach Małego Morza i Zatoki Gdańskiej [5].

Jak wynika z przeprowadzonych obserwacji, przy wiatrach, które nie wywołują istotnej zmiany poziomu wody, a więc o małych prędkościach:

- wiatry północne i zachodnie powodują odprowadzenie wody z Zatoki Puckiej wewnętrznej; są więc dla niej „negatywne”, odwrotnie niż dla Zatoki Gdańskiej, dla której są „pozytywne”,
- wiatry wschodnie i południowe są dla Zatoki Puckiej wewnętrznej „pozytywne”, gdyż powodują ruch mas wody powierzchniowej w kierunku Zatoki Puckiej właściwej z Zatoki Gdańskiej, i są dla tej ostatniej „negatywne”.

Przy wiatrach powodujących duże zmiany poziomu wody, a więc o dużych prędkościach, zależność ruchu mas wody w Zatoce Puckiej

właściwej i w Zatoce Gdańskiej jest taka sama. Wiatry „negatywne” dla Zatoki Gdańskiej są również „negatywne” dla Zatoki Puckiej itd.

Powyżej przedstawione obserwacje i ich analiza wskazują, że badany akwen jest zbiornikiem otwartym dla prądów powierzchniowych, a częściowo izolowany dla prądów przydennych w głównej mierze dzięki istnieniu Ryfu Mew. Natomiast zasadniczym czynnikiem kształtującym procesy wymiany i mieszania wód jest wiatr.

LILIANA KLEKOT

Research Institute on Environmental Development — Warszawa

PUCK BAY — ONE OF THE HYDROLOGICAL SINGULARITIES OF THE BALTIC

SUMMARY

Hydrological observations were conducted in Puck Bay during the years 1968—1971. Attention was mainly paid to the physical-chemical conditions in the inner Bay. This possessing a specific character because of the differentiated bottom topography, relatively large area and shallow depth, it also being separated from the rest of the bay by an underwater sandy threshold — Ryf Mew which stretches for a distance of about 12 km. The water was found to be transparent to the bottom at almost all stations. The salinity amounts to about 7‰, fluctuating between 4.3 and 8.1‰. There is a high oxygen concentration — about 100%. The temperature of the water changes rapidly due the influence of the air temperature. The mixing and exchange of water is vertical, reaching to the bottom, with simultaneous mixing with the water from the Gulf of Gdańsk. Measurements of temperature, salinity and oxygen content indicate that these processes are constant, the intensity changing with the seasons. The basic factor affecting the processes of exchange and mixing of the water is the wind, the specific character — an open basin for surface currents and partially isolated for near bottom currents, is influenced by the underwater sandy barrier — Ryf Mew.

LITERATURA

REFERENCES

1. Bączyk J., *Genese de la presqu'île de Hel sur la base du developpement du Golf de Gdańsk*, Baltica, Vilnius 1963, 1, 174—188.
2. Bączyk J., *Morphologie du fond de la partie ouest du Golf de Gdańsk*, Rep. VI int. Congr. Quatern., Warsaw 1963, 3, 59—68.
3. Beniuszys S., *Zarys budowy geologicznej, rzeźby terenu i historii rozwoju wybrzeża Zatoki Gdańskiej*, Arch. Hydrotechniki, 10, 1963, 215—260.
4. Demel K., *Wahania poziomu morza przy Helu w uzależnieniu od przebiegu wiatrów*, Kosmos, 59, 1934, 251—162.
5. Głowińska A., *Prądy konwekcyjne w Bałtyku*, Prace MIR, 7, 1954, 153—158.
6. Głowińska A., *Stosunki hydrologiczne Bałtyku Południowego w latach 1951—1960*, Prace MIR, 12/A, 1963, 23—36.

7. Głowińska A., Warunki tlenowe w Południowym Bałtyku 1971, Prace MIR, 16/A, 169—182.
8. Jażdżewski K., Letnie obserwacje hydrobiologiczne Zatoki Puckiej właściwej, Zesz. Nauk. Uniw. Łódź, Ser. III, 18, 1965, 165—174.
9. Jażdżewski K., Ekologia pancerzowców (Malacostraca) Zatoki Puckiej, Acta Biol. et Med. Sec. Sc. Gedan, 16, 1971, 9—77.
10. Kwiecień K., Garblewski C., Charakterystyka hydrologiczna rejonu Śmiałej Wisty, Arch. Oddz. Morsk. PIHM Gdynia, 1969.
11. Łomniewski K., Zatoka Gdańska, Zesz. Geogr. WSP w Gdańsku, 1, 1959, 24—96.
12. Słomianko P., Zatoka Pucka, perspektywy rozwoju gospodarczego regionu, Studia i Materiały Oceanologiczne, 5-Z, 1974, 1—269.
13. Żmudziński L., Zoobentos Zatoki Gdańskiej, Prace MIR, 14/A, 1967, 47—80.