

Justyna KUBICZ*

ZANIECZYSZCZENIA BAKTERIOLOGICZNE W SUBEKOSYSTEMIE MIKROWARSTWY PRZYPOWIERZCHNIOWEJ ZBIORNIKA MIETKOWSKIEGO

Przypowierzchniowa mikrowarstwa jest najbardziej zewnętrzną warstwą zbiornika wodnego. Jest zlokalizowana na granicy dwóch środowisk wody i powietrza. Jest szczególnym środowiskiem chemicznym i fizycznym. Literatura tematu wskazuje, że posiada dużą podatność do gromadzenia zwiększonych ilości mikroorganizmów i substancji chemicznych. W opracowaniu przedstawiono wstępne wyniki badań bakteriologicznych i fizykochemicznych przypowierzchniowej mikrowarstwy wody Zbiornika Mietkowskiego. Na podstawie opisanych analiz można wyciągnąć bardzo ograniczone wnioski, które wskazują na potrzebę kontynuacji badań. Zbyt mała ilość próbek i brak powtórzeń uniemożliwia wysunięcie wniosków dotyczących wzbogacenia lub nie, subekosystemu przypowierzchniowej mikrowarstwy Zbiornika Mietkowskiego w zanieczyszczenia bakteriologiczne i substancje organiczne. Pod względem ogólnej jakości bakteriologicznej, wody zbiornika wykazują wysoką zawartość bakterii psychrofilnych i mezofilnych. Liczbowy stosunek ogólnej liczby bakterii psychrofilnych do ogólnej liczby bakterii mezofilnych wskazuje, że wody zbiornika są odbiornikiem zanieczyszczeń antropogenicznych. Jeżeli chodzi o wyniki badań wybranych do analizy wskaźników fizykochemicznych wskazują one na dobry stan wód zbiornika.

1. WSTĘP

Przypowierzchniowa mikrowarstwa wody jest cienką warstwą o grubości kilkuset milimetrów tworzącą się na styku atmosfery i hydrosfery [1]. Jest szczególnym środowiskiem chemicznym i fizycznym. Literatura tematu wskazuje, że posiada dużą podatność do gromadzenia zwiększonych ilości mikroorganizmów i substancji chemicznych. Zawartość tych związków oraz mikroorganizmów zwykle przekracza stę-

* Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Środowiska, ul. C.K. Norwida 25, 50-375 Wrocław.

żenia w wodzie podpowierzchniowej [Norkrans 1980]. Według literatury wędrówki mikroorganizmów w znaczący sposób wiążą się z kumulacją substancji chemicznych w mikrowarstwie przypowierzchniowej. Zależność tą szczególnie obserwuje się w przypadku substancji biogenicznych, których stężenie wpływa na liczebność mikroorganizmów.

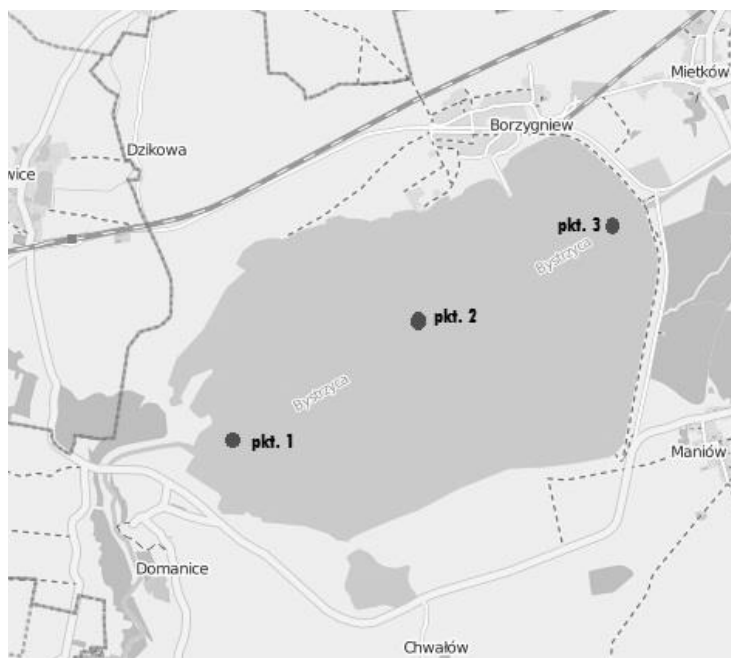
Badania subekosystemu mikrowarstwy przypowierzchniowej wykonano na Zbiorniku Mietkowskim na rzece Bystrzycy, położonym 30 km na południowy zachód od Wrocławia, o powierzchni około 980 ha. Zbiornik ma funkcję retencyjną, przeciwpowodziową i rekreacyjną, którą należy podkreślić z uwagi na cel prowadzonych badań. Jest również czynną kopalnią. Znajduje się w otoczeniu terenów zajętych w większości przez intensywne uprawy rolne. Zbiornik Mietkowski znajduje się w granicach Parku Krajobrazowego Dolina Bystrzycy. Ma czynny wkład w zachowanie i utrzymanie siedlisk cennych gatunków szczególnie ptaków, z uwagi na to, że jego poziom wody ulega znacznym wahaniom w ciągu roku a odsłaniane okresowo muliste dno zbiornika staje się w tym okresie miejscem żerowania wielu ptaków.

W związku z tym, że omawiany zbiornik pełni funkcję miejsca do uprawiania sportów wodnych, ważne jest zachowanie jego odpowiedniej jakości sanitarnej. Dotychczasowe badania naukowe wykazują, że zawarte w mikrowarstwie przypowierzchniowej w zwiększonej ilości mikroorganizmy mogą być przenoszone z powierzchni wody do atmosfery w postaci wodnych aerozoli. Na skutek tego w strefie nadbrzeżnej obserwuje się szkodliwy wpływ na zwierzęta i zdrowie człowieka, szczególnie przy wystąpieniu wysokiej wilgotności powietrza oraz zaistnieniu odpowiednich warunków wietrznych. Stąd cel badawczy, czyli określenie zanieczyszczenia bakteriologicznego w mikrowarstwie zbiornika. Dodatkowo w opracowaniu dla porównania przeanalizowano jakość sanitarną podpowierzchniowej warstwy wody do głębokości 50 cm. Badania uzupełniono analizą fizykochemiczną obu warstw.

2. MATERIAŁ I METODYKA

Bakteriologiczne badania przypowierzchniowej mikrowarstwy (dalej określana jako mp) Zbiornika Mietkowskiego wykonano w trzech punktach badawczych: poniżej dopływu Bystrzycy do zbiornika (1), w centralnej części zbiornika (2) i powyżej ujścia wody ze zbiornika do rzeki Bystrzycy (3). Lokalizację punktów pomiarowych przedstawiono na rysunku 1. Próbkę wody z mikrowarstwy pobierano metodą szklanej płyty (SM). W tym celu posługiwano się płytą o wymiarach 50 cm x 50 cm i grubości 3 mm. Zdezynfekowaną płytę zanurzano w wodzie zachowując przy tym kąt 45°. Po ustabilizowaniu się powierzchni płytę energicznym ruchem wyciągano z wody. Wodę ściągano gumową wycieraczką z obu stron płyty [1, 3]. Dodatkowo wykonano badania warstwy podpowierzchniowej (w dalszej części tekstu opisywana jako pp). Próbkę

wody pobierano w tym przypadku czerpakiem ze stałej głębokości 50 cm od powierzchni wody. We wszystkich przypadkach wodę pobierano do jałowych szklanych butelek. Z uwagi na wstępny charakter badań próbki wody do badań bakteriologicznych pobrano jednokrotnie 17 lipca 2013 roku.



Rys. 1. Lokalizacja punktów pomiarowych

W próbkach oznaczono ogólną liczbę bakterii psychrofilnych i mezofilnych (wynik w jednostkach jtk/ml). Zbadano poziom bakterii z grupy coli (jtk/100ml), liczbę paciorkowców kałowych (jtk/100 ml), liczbę gronkowców koagulazo-dodatnich (w 1ml), *Escherichię coli* (jtk/ml) oraz zawartość *Clostridium perfringers* (jtk/ml). Badania mikrobiologiczne wykonano w Laboratorium Zakładu Mikrobiologii Żywności i Higieny Przetwórstwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu w oparciu o normy PN-EN ISO 6222:2002, PN-EN ISO 9308-1:2002, PN-EN ISO 7899-2:2002, PN-EN ISO 6888-1, PN ISO 7251, PN-EN 134001:2000. Dodatkowo zbadano w pobranych próbkach wartość wybranych wskaźników jakości fizykochemicznej wody. Wśród nich znajdowało się BZT5, azotany, azotyny, amoniak, tlen rozpuszczony, przewodność oraz pH. Analizy fizykochemiczne wykonano w Laboratorium Technologii Wody i Ścieków Wydziału Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

3. WYNIKI

We wszystkich pobranych próbkach oznaczono dużą liczebność bakterii pochodzących ze spływów powierzchniowych, głównie z gleby i powietrza, należących do grupy bakterii psychrofilnych, dla których optymalna temperatura wzrostu nie przekracza 25 °C [5, 8]. Są to bakterie niechorobotwórcze. Z uwagi na fakt, że mogą mieć działanie toksyczne ich liczba powinna być stale monitorowana. Ponadnormatywny wzrost ich liczebności świadczyć może między innymi o obecności w wodzie łatwo przyswajalnych związków organicznych [2]. Największą ilość tych organizmów w subekosystemie mikrowarstwy przypowierzchniowej stwierdzono w punkcie 3 (u ujścia wody ze zbiornika) 3200 jtk/ml, w drugiej kolejności znajdował się punkt 2 (centralna część zbiornika), gdzie stwierdzono średnią ilość bakterii psychrofilnych na poziomie 2100 jtk/ml, a najmniejszą zawartość stwierdzono w górnej części zbiornika 1600 jtk/ml. W warstwie podpowierzchniowej największą zawartość bakterii psychrofilnych stwierdza się w centralnej części obiektu, natomiast najmniej u ujścia w punkcie 3. Zwraca się także uwagę na stosunek zawartości bakterii w mp i pp. Jedynie w ostatnim punkcie pomiarowym warstwa podpowierzchniowa zawiera mniej mikroorganizmów.

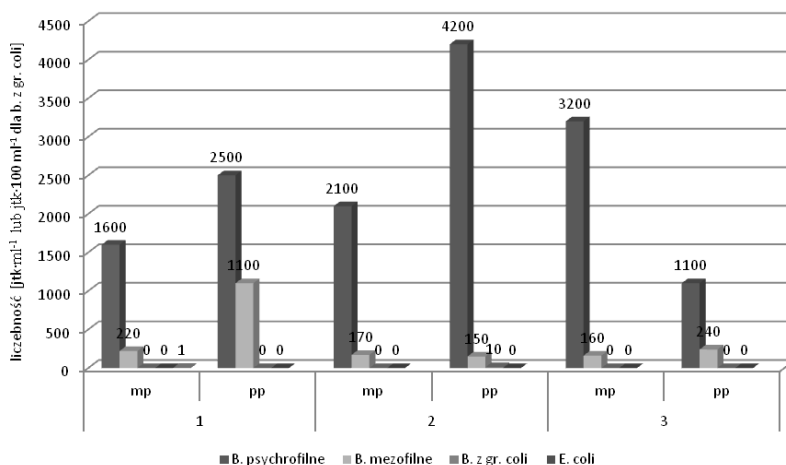
Wraz ze ściekami do wód powierzchniowych wprowadzane są bakterie występujące stale w przewodzie pokarmowym człowieka i zwierząt. Często są to bakterie będące przyczyną chorób o charakterze żołądkowo-jelitowym. Bakterie te należą do grupy mezofilnych. Są przystosowane do wzrostu w temperaturze około 35-37°C i do dużej zawartości substancji odżywczych w środowisku [5]. Liczebność bakterii mezofilnych jest wskaźnikiem stopnia zanieczyszczenia sanitarnego [10]. W mikrowarstwie obserwujemy ilość tych bakterii na poziomie 220 jtk/ml punkcie 1, 170 jtk/ml w punkcie 2 i 160 jtk/ml w punkcie 3. Wzbogacenie mirowarstwy obserwuje się w tym przypadku tylko w centralnym punkcie pomiarowym (zawartość bakterii w pp 150 jtk/ml). W pozostałych punktach nie obserwujemy tej zależności (zawartość w pp: punkt 1- 1100 jtk/ml, punkt 3- 210 jtk/ml). Do analiz dodatkowo obliczono stosunek ogólnej liczby bakterii psychrofilnych do mezofilnych. Jest to ważny wskaźnik w ocenie jakości wody. Według literatury jeżeli stosunek jest mniejszy od 10 wody uznaje się za silnie zanieczyszczone [2, 11]. Wskaźnik ten wskazuje na zanieczyszczenie wód zbiornika w punkcie 1, zarówno w mikrowarstwie przypowierzchniowej jak i podpowierzchniowej, czyli na dopływie wód do obiektu. Niski stosunek zawartości ogólnej liczby bakterii psychrofilnych do mezofilnych charakteryzuje również warstwę podpowierzchniową w punkcie 3 (ujście wody ze zbiornika). Wartości określające stosunek A22 do A37 przedstawia tabela 1. Bakterie pochodzenia kałowego z grupy coli wykryto jedynie w warstwie podpowierzchniowej u ujścia wody ze zbiornika (zawartość 10 jtk/100ml). W żadnej z próbek nie stwierdzono enterokoków, które sprawdzają się jako wskaźnik czystości kąpielisk, z uwagi na zaobserwowaną zależność pomiędzy stężeniem paciorkowców kałowych w wodzie a zachorowaniami osób kąpiących

się [8]. Nie zaobserwowano również *Escherichii coli* wskazującej na świeże zanieczyszczenie kałowe [6, 8, 9].

Tabela 1. Stosunek liczbowy ogólnej liczby bakterii psychrofilnych (A_{22}) do ogólnej liczby bakterii mezofilnych (A_{37}) w wybranych punktach badawczych

Punkt	Stosunek A_{22}/A_{37}	
	mp	pp
1	7,27	2,27
2	12,35	28,00
3	20	4,6

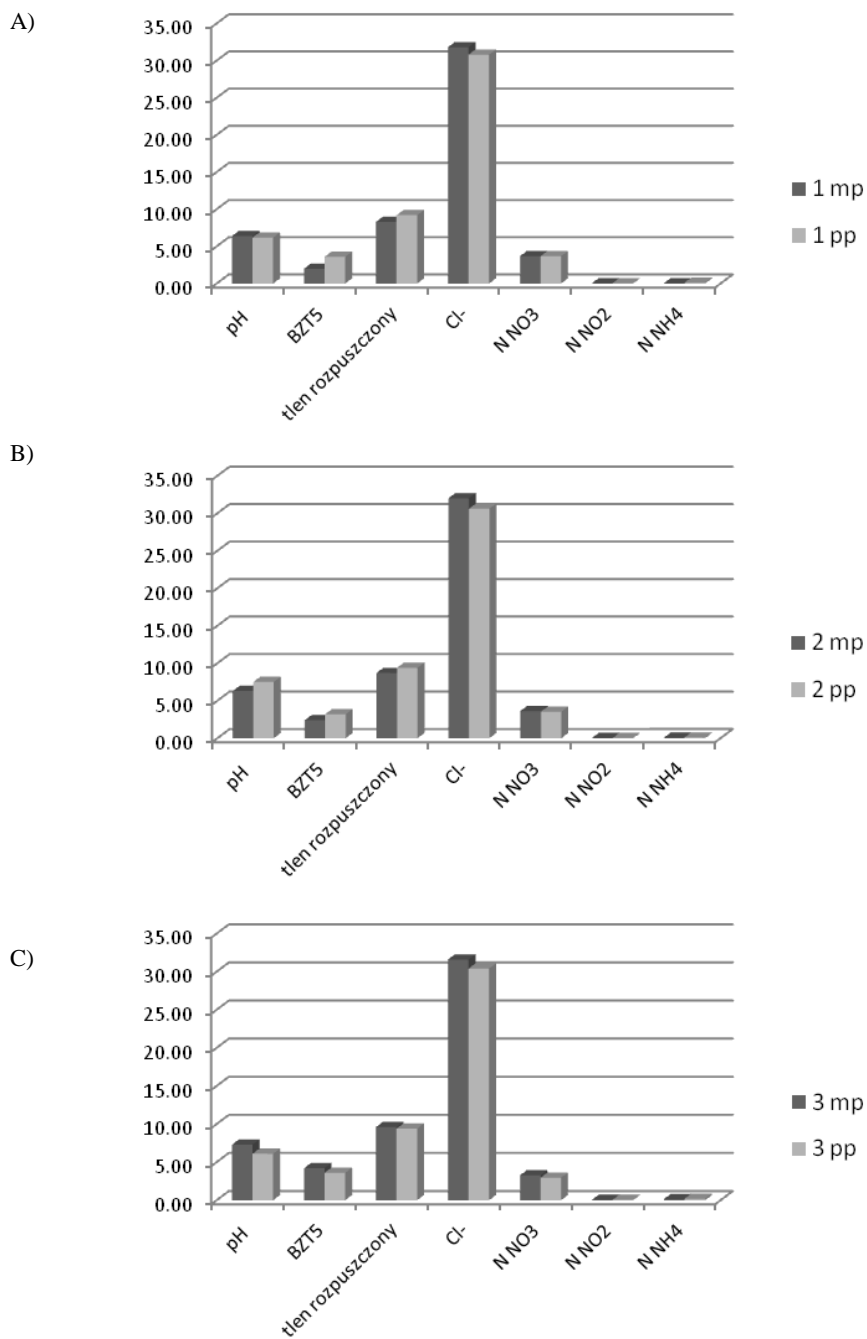
Także badania pod kątem występowania beztlenowych bakterii przetrwalnikujących *Clostridium perfringers*, które charakteryzują zbiorowiska mikroflory kałowej [4] nie wykazały ich obecności w żadnym punkcie obiektu.



Rys. 2. Liczba badanych grup bakterii w poszczególnych punktach pomiarowych

Badania fizykochemiczne próbek wody wykazują stosunkowo niskie wartości BZT_5 (wyniki analiz wyglądają następująco mp w punkcie 1 2,0 mgO_2/l , pp w punkcie 1 3,6 mgO_2/l , mp w punkcie 2 2,4 mgO_2/l , pp w punkcie 2 3,2 mgO_2/l oraz mp w punkcie 3 4,2, pp w punkcie 3 3,6 mgO_2/l). Odczyn wody w pobranych próbkach kształtuje się w zakresie 6,1–7,5. W przypadku punktu 1 i punktu 3 odczyn w mikrowarstwie jest wyższy od odczynu warstwy podpowierzchniowej, odpowiednio o 0,2 w punkcie 1 i 1,2 w punkcie 3. Przewodność elektrolityczna kształtuje się w granicach 374 – 398 $\mu S/m$. W górnej i dolnej części obiektu mikrowarstwy przypowierzchniowa wykazuje nieznacznie niższe wartości niż warstwa podpowierzchniowa.

W części centralnej nie stwierdzamy takiej zależności.



Rys. 3. Poziom wybranych wskaźników fizykochemicznych w poszczególnych punktach badawczych:
a) punkt 1, b) punkt 2, c) punkt 3

W przypadku azotanów i azotynów w punktach 2 i 3 ich zawartość jest wyższa w mikrowarstwie przypowierzchniowej niż w wodach leżących poniżej. W punkcie 1 zawartość tych związków w obu warstwach wody jest jednakowa. Poziom azotanów w wodach Zbiornika Mietkowskiego wynosi od $2,95 \text{ N}_{\text{NO}_3}/\text{dm}^3$ (pp punkt 3) do $3,68 \text{ N}_{\text{NO}_3}/\text{dm}^3$ (mp i pp punkt 1). Jeżeli chodzi o azotyny ich zawartość kształtuje się w zakresie od $0,03 \text{ N}_{\text{NO}_2}/\text{dm}^3$ (pp w punkcie 2) do $0,06 \text{ N}_{\text{NO}_2}/\text{dm}^3$ (mp w punkcie 3). W przypadku stężenia azotu amonowego w każdym przypadku jego stężenie jest wyższe w warstwie podpowierzchniowej (znajduje się w zakresie $0,1 - 0,20 \text{ N}_{\text{NH}_4}/\text{dm}^3$ w pp oraz $0,05 - 0,2 \text{ N}_{\text{NH}_4}/\text{dm}^3$ w mp). Zawartość chlorków we wszystkich przypadkach wskazuje na wyższy poziom w mikrowarstwie podpowierzchniowej (w mp $31,6-32 \text{ mg}_{\text{Cl}}/\text{dm}$, w pp $30,4-30,8 \text{ mg}_{\text{Cl}}/\text{dm}$). Rysunek 3 obrazuje poziomy niektórych substancji w badanych próbkach.

4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

W opracowaniu przedstawiono wstępne wyniki badań bakteriologicznych i fizykochemicznych przypowierzchniowej mikrowarstwy wody Zbiornika Mietkowskiego.

Na podstawie opisanych analiz można wyciągnąć bardzo ograniczone wnioski, które wskazują na potrzebę kontynuacji badań. Zbyt mała ilość próbek i brak powtórzeń uniemożliwia wysunięcie wniosków dotyczących wzbogacenia lub nie, subekosystemu przypowierzchniowej mikrowarstwy Zbiornika Mietkowskiego w zanieczyszczenia bakteriologiczne i substancje organiczne.

Z całą pewnością możemy stwierdzić wysoką zawartość bakterii psychrofilnych i mezofilnych w badanych warstwach wody. Liczbowy stosunek ogólnej liczby bakterii psychrofilnych do ogólnej liczby bakterii mezofilnych wskazuje, że wody zbiornika są odbiornikiem zanieczyszczeń antropogenicznych. Szczególnie zwraca się uwagę na punkt badawczy zlokalizowany przy dopływie wód rzeki Bystrzycy do Zbiornika Mietkowskiego, gdzie wartości tego wskaźnika są poniżej 10. Jeżeli chodzi o wyniki badań wybranych do analizy wskaźników fizykochemicznych wskazują one na dobry stan wód zbiornika. Otrzymane wyniki można również zestawić ze stosowanymi w Polsce kryteriami dotyczącymi wody do spożycia przez ludzi. Co da nam szerszy obraz jakości wód zbiornika. Według wytycznych liczebność bakterii psychrofilnych nie powinna przekraczać 100 komórek w 1ml, natomiast bakterii mezofilnych 50 komórek w 1 ml wody (Dz.U. 2007 nr 61 poz. 417) [12]. Wykonane badania wykazują przekroczenie tej normy we wszystkich przypadkach.

LITERATURA

- [1] ANTONOWICZ J., *Dobowa dynamika migracji substancji biogenych w subekosytemie mikrowarstwy przypowierzchniowej wody jeziornej*, Problemy Ekologii, 2008, Vol 12, Nr 5.
- [2] DART R.K., *Microbiological aspect of pollution control*, Elsevier Science Publ. Inc., North Holland 1997.
- [3] HARVCY G., BURZEL L., *A Simple microlayer method for small Samples*, Limnology Oceanography, 1972, No 17, 156-157.
- [4] FRAK M., NESTOROWICZ A., *Ocena stanu sanitarnego wybranych zbiorników wodnych parków miejskich Warszawy*, Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, 2009, Z..2 (44), 3-10.
- [5] KUNICKI – GODLFINGER W.J.H, *Życie bakterii*. Wyd. Naukowe PWN 2001.
- [6] LIBUDZISZ Z., KOWAL K, ŻAKOWSKA Z. (red), *Mikrobiologia techniczna*, T.1. PWN Wydawnictwo Naukowe 2007.
- [7] NORCRANS B., *Surface Microlayer in Aquatic Environments*, Advances in Microbial Ecology, 1980, No 4, 51-85.
- [8] OLAŃCZUK-NEYMAN K., *Mikrobiologiczne aspekty odprowadzania ścieków do przybrzeżnych wód morskich*, Inżynieria Morska i Geotechnika, 2003, No 2, 55- 62.
- [9] SMYŁŁA A., *Analiza sanitarna wody*, Wyd. WSP 2002.
- [10] ZABŁOCKA-GODLEWSKA E., MAŁACHOWSKA A., MROZOWSKA J., *Kontrola środowiska dla celów sanitarnych, Laboratorium z mikrobiologii ogólnej i środowiskowej*, red. J.Mrozowska, PŚ, Gliwice, 1999. 210-269.
- [11] ZMYSŁOWSKA I., *Mikrobiologia środowiskowa*, Wyd. UWM, Olsztyn 2002.
- [12] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, Dz.U. 2007 nr 61 poz. 417.

BACTERIAL POLLUTION IN THE SUBECOSYSTEM OF SURFACE MICROLAYER
IN ZBIORNIK MIETKOWSKI

Surface microlayer is the interface between air and water. The surface microlayer has been considered to be enriched, relatively to subsurface water with various chemical and micrological components. Many studies shows that microorganisms contained in the subsurface microlayer can be transferred from the water surface to the atmosphere as water sprays. The result is that in coastal zone is observed detrimental effects on animal and human health, especially during the occurrence of high humidity and the occurrence of suitable wind conditions. The aim of the research is to determine the bacteriological contaminants in subecosytem of subsurface microlayer. Analyses of subsurface water complit the research . The tests include concentration of psychrophilic bacteria, mesophilic bacteria, coli form, e.coli , clostridium perfringers. It is considered a high content of psychrophilic and mesophilic bacteria in the tested water layers. Too small number of measurements and lack of repeats prevents draw scientific conclusions about enrichment or not, subecosytem of subsurface microlayer of Zbiornik Mietkowski in bacteriological pollution.