

Aleksandra Smyłła\*  
Katarzyna Karpińska  
Magdalena Bawor

\*Wyższa Szkoła Pedagogiczna, Instytut Chemii i Ochrony Środowiska  
42-201 Częstochowa, al. Armii Krajowej 13/15  
e-mail: a.smylla@wsp.czyst.pl

## ZMIANY LICZEBNOŚCI BAKTERII MEZOFILNYCH W TRAKCIE OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW

**Streszczenie:** Badania nad występowaniem bakterii mezofilnych w procesie oczyszczania ścieków prowadzono w Oczyszczalni Ścieków WARTA w Częstochowie. Próby ścieków do badań pobierano w czterech punktach oczyszczalni: na wlocie ścieków, po osadnikach wstępnych, po osadnikach wtórnych z koagulantem oraz na wylocie z oczyszczalni. W próbach oznaczano miano grupy coli, NPL coli termotolerancyjnych, miano i NPL enterokoków, liczebność bakterii z rodzaju *Clostridium*, oraz obecność gronkowców.

Stwierdzono znaczną redukcję wszystkich badanych grup bakterii: mezofilnych średnio o 99,5%, NPL coli termotolerancyjnych o 99,9%, enterokoków o 98,4%, gronkowców o 99,8% a *clostridium* o 94,2%. Pomimo tak znacznej redukcji ilości bakterii, na odpływie liczebność bakterii mezofilnych była rzędu  $10^2$ /ml, NPL coli termotolerancyjnych  $10^3$ -  $10^4$ , NPL enterokoków 240, NPL *clostridium* - 4000.

W 1999 roku odprowadzono do środowiska w Polsce ogółem 4,6 mld m<sup>3</sup> ścieków, z czego 12% bezpośrednio, bez oczyszczania, 29% stanowiły ścieki oczyszczone tylko mechanicznie, a 54% ścieki oczyszczone biologicznie i chemicznie [5].

Wody zanieczyszczone ściekami są potencjalnym źródłem zagrożenia epidemiologicznego. Wraz ze ściekami bytowo-gospodarczymi i niektórymi przemysłowymi, do wód powierzchniowych wnoszone są ogromne liczby drobnoustrojów: bakterii, wirusów, grzybów oraz jaj pasożytów. Wprowadzane mikroorganizmy (tzw. flora allochtoniczna) należą w większości do typowej

flory heterotroficznej, żyjącej w przewodzie pokarmowym ludzi i zwierząt wyższych i pochodzą bezpośrednio lub pośrednio z wydaliny ludzkiej lub zwierzęcych [14, 19].

Wśród flory allochtonicznej wyróżnia się bakterie tzw. ściekowe żyjące głównie na rozkładających się szczątkach organicznych pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego np. *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas fluorescens*, *Clostridium sporogenes*, mikroflorę jelitową człowieka i zwierząt, np. *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Clostridium perfringens*. Liczba bakterii coli typu kałowego wydalana przez człowieka wynosi  $1,3 \times 10^7$ /g, a przez psa  $2,3 \times 10^7$ /g odchodów [9,19].

Wraz z odchodami wprowadzane do wody mogą być też drobnoustroje patogenne jak pałeczki duru *Salmonella sp.*, pałeczki czerwonki *Shigella sp.*, enteropatogenne i enterokrwtoczne pałeczki *Escherichia*, *Vibrio cholerae*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Listeria*, *Campylobacter*, *Leptospira*, *Yersinia*, *Legionella*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Helicobacter pylori*, koagulazododatnie gronkowce, należące do mikroorganizmów mezofilnych, a także wirusy jelitowe [2,8,9,11,16,19].

Do grupy bakterii mezofilnych zaliczane są bakterie, których optimum wzrostu wynosi 37° C. Bakterie te wywołują różne schorzenia, jak: zaburzenia przewodu pokarmowego, nieżyty błon śluzowych i dróg moczowych, nieżyty dróg żółciowych, zapalenie opon mózgowych, zakażenia ran, posocznice i inne [9,11,19]. Wprowadzone do środowiska wodnego mogą przeżywać, dłużej lub krócej, w stanie wegetatywnym lub przetrwalnikowym. Niektóre rzeki i zbiorniki wodne są obecnie tak zanieczyszczone ściekami, że bakterie jelitowe nie tylko przeżywają, ale mogą utrzymywać się w dużych populacjach wskutek powolnego podziału [9,18].

Czas przeżycia jest różny dla różnych bakterii i zależy od wielu czynników zarówno biotycznych, np. obecności „bakteriozerców”, bakteriofagów i mikroflory autochtonicznej, jak i abiotycznych, np. temperatury czy zawartości substancji odżywczych. Bakterie *Salmonella* mogą przeżywać w wodzie o temp. 4 - 6° C około 2 tygodni, *Escherichia* 61 dni, *Yersinia enterocolitica* - 87 dni, a szczepy wirulentne *Mycobacterium* przeżywają w ściekach 124 dni [ 9, 11, 21]. Przeżywalność bakterii w wodzie powierzchniowej związana jest nie tylko z wydłużeniem czasu generacji [9] ale również z przechodzeniem bakterii w stan VBNC (*viable but nonculturable*), w którym komórki bakterii ulegają zmniejszeniu, nie są wykrywalne standardowymi metodami hodowlanymi, przy czym zachowują wirulencję [1,12,18].

Czystość mikrobiologiczna odprowadzanych ścieków zależy m.in. od sposobu ich oczyszczania i ma istotne znaczenie dla jakości środowiska. Celem badań było określenie zmian w liczebności bakterii mezofilnych w ściekach, podczas technologicznego procesu oczyszczania w nowoczesnej biologicznej oczyszczalni ścieków z podwyższonym usuwaniem biogenów.

Praca została wykonana w ramach Koła Naukowego przy Wydziale Matematyczno- Przyrodniczym WSP w Częstochowie.

Panu mgr G. Budziszowi z Oczyszczalni Ścieków Warta w Częstochowie składamy podziękowania za udostępnienie materiałów.

## Metodyka badań

Badania nad występowaniem bakterii mezofilnych w procesie oczyszczania ścieków prowadzono w Oczyszczalni Ścieków WARTA w Częstochowie. Badania wykonano w czterech seriach, w odstępach tygodniowych od 16.04.2002 do 27. 05. 2002. Próbkę pobierano w godzinach porannych w następujących punktach:

- 1 - ścieki na wpływie do oczyszczalni
- 2 - ścieki po osadnikach wtórnych
- 3 - ścieki po dodaniu koagulanta
- 4 - ścieki na odpływie z oczyszczalni.

W próbach oznaczono: ogólną liczebność bakterii mezofilnych metodą płytkową (PN-ISO 6222:1999). Miano bakterii grupy coli i grupy coli termotolerancyjnych oznaczono na agarze odżywczym z ekstraktem drożdżowym metodą fermentacyjną. Potwierdzenie przynależności bakterii do coli termotolerancyjnych przeprowadzono na podłożu z żółcią i zielenią brylantową oraz na podłożu ENDO LES; inkubowano w temp. 44° C w ciągu 24h(PN-ISO 9308-1:1999).

Liczebność potencjalnych *E. coli* określano na podłożu z eozyną; liczebność gronkowców mannitolododatnich określano na podłożu Chapmana [23]. Liczebność enterokoków określano metodą fermentacyjną, na podłożu z azydkiem sodowym, potwierdzano na podłożu z eskuliną (PN-C-04615-25:1982); liczebność bakterii przetrwalnikujących z rodzaju *Clostridium* określano metodą filtrów membranowych, na podłożu TSC (PrPN-EN 26461-1) [18, 22].

## Obiekt badań

Centralna Oczyszczalnia Ścieków P.S.W. Warta w Częstochowie została zaprojektowana jako klasyczna oczyszczalnia mechaniczno-biologiczna; po modernizacji wymianie urządzeń w 1998 roku dostosowano część biologiczną do usuwania związków biogenych. Oczyszczalnia przyjmuje ścieki komunalne ze zlewni oraz 10 - 15% ścieków przemysłowych, tłoczone przez pompownię sieciową (Tab.1).

**Tabela 1**

Efekty technologiczne uzyskane w Oczyszczalni Ścieków Warta w latach: 1999, 2000, 2001 (stężenia podstawowych zanieczyszczeń w mg/dm<sup>3</sup>)

Wskaźniki	Ścieki surowe			Ścieki oczyszczone			Redukcja w %			NORMA	
	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000
Q ścieków tys. m <sup>3</sup>	23548	22149	22003	23548	22149	22003					
Q ścieków m <sup>3</sup> /d	64514	60516	60283	64514	60516	60283					
BZT <sub>5</sub>	316	231	205	50	11,5	6,7	84,2	95,0	96,7	20	15
ChZT	509	616	610	82	48	36	83,9	92,2	94,1	150	150
Zawiesina og.	253	315	307	54	24	21	78,7	92,4	93,2	20	50
Azot amonowy	29,5	35,6	35,3	5,5	1,5	3,1	81,4	95,8	91,2	5	6
Azot azotanowy	1,8	2,4	2,5	6,6	12,3	17,1				25	30
Azot ogólny	56,9	67,1	68,7	22,7	19,2	25,8	60,1	71,4	62,4	30	30
Fosfor ogólny	5,3	7,5	7,3	3,9	1,3	1,24	26,4	82,7	83,0	2	1,5

**Ilość zatrzymanych ładunków zanieczyszczeń w 2001** (dane technologiczne otrzymane z Oczyszczalni Ścieków Warta w Częstochowie)

- BZT t/rok	4 363
- ChZT t/rok	12 630
- zawiesina ogólna t/rok	6 293
- ilość osadu przefermentowanego m <sup>3</sup> /rok	175 711
- ilość osadu odwodnionego t/rok	19 054
- zużycie biogazu w kotłowni	1 314 tys. m <sup>3</sup>
- zużycie biogazu przez agregat prądowłóczy	405 tys. m <sup>3</sup>

Układ technologiczny oczyszczalni obejmuje następujące procesy: pompowanie ścieków powstających w zlewni, cedzenie ścieków na kratkach mechanicznych, usuwanie piasku w piaskowniku poziomym, usuwanie tłuszczów w odtłuszczaczu napowietrzonym, usuwanie zawiesin łatwoopadalnych w radialnych osadnikach wstępnych, oczyszczanie ścieków metodą osadu czynnego prowadzone w wielofunkcyjnych reaktorach biologicznych (utlenianie związków organicznych, nityfikacja i denityfikacja),

symultaniczne strącanie fosforanów związkami żelaza, sedymentacja zawieszin osadu czynnego w osadnikach wtórnych, odprowadzenie oczyszczonych ścieków do odbiomnika.

Wszystkie reaktory biologiczne są dostosowane do prowadzenia procesu usuwania związków organicznych, nityfikacji i denityfikacji poprzez wydzielenie stref anoksydacyjnych i tlenowych (Tab.2).

**Tabela 2**

Miano bakterii grupy coli w ściekach

Daty / Punkty poboru	ścieki surowe	ścieki po osadnikach	komora osadu	ścieki na wypływie
16.04	0.000001	0.0001	0.0001	0.01
21.04	0.00001	0.0001	0.001	0.01
13.05	0.000001	0.0001	0.0001	≤0.01
25.05	0.00001	0.0001	0.001	0.01

## Wyniki i dyskusja

Parametry ścieków oczyszczonych w Oczyszczalni Ścieków Warta, w latach 2000 i 2001, były niższe niż określone pozwoleniem wodnoprawnym, co wskazuje na właściwie prowadzone procesy technologiczne i pozwala wysoko ocenić pracę tej oczyszczalni. Jednakże nawet wysokoefektywne oczyszczanie ścieków z usuwaniem azotu i fosforu nie zapewnia jednocześnie całkowitego usunięcia mikroorganizmów [15].

W badaniach mikrobiologicznych, przeprowadzonych w 2002 r. stwierdzono w 1cm<sup>3</sup> ścieków surowych ok. 2 x 10<sup>6</sup> bakterii mezofilnych i obserwowano zmniejszanie się tej liczebności w procesie oczyszczania ścieków o ok. 99%; nie występowały istotne różnice w poszczególnych seriach badań (Rys.1). Podobną liczebność tlenowców mezofilnych w ściekach obserwował Ramos [17], natomiast Szpadt [24] stwierdził w ściekach surowych liczebność bakterii mezofilnych rzędu 10<sup>5</sup>/1cm<sup>3</sup> i nieznaczny wzrost ich ilości w ściekach po osadniku wtórnym. Różnice te wynikają z faktu, że liczebność bakterii w ściekach zależy głównie od ilości obsługiwanych mieszkańców [4].

Liczebność bakterii grupy coli w ściekach surowych waha się zwykle od 10<sup>7</sup>-10<sup>9</sup>/100cm<sup>3</sup> [4,15]. W próbkach badanych ścieków stwierdzono liczebność grupy coli rzędu 10<sup>8</sup>/100cm<sup>3</sup>, a miano grupy coli sięgało 0,000001 (Tab.2). Po oczyszczeniu, na odpływie, miano grupy coli wynosiło 0,01 czyli 10<sup>4</sup>/100 cm<sup>3</sup>, co stanowi redukcję o ok. 99,9%. Zmniejszenie liczebności bakterii grupy coli w ściekach oczyszczonych o 99,1% obserwował także Szpadt [24].

Stwierdzona w badaniach liczebność coli termotolerancyjnych w ściekach surowych (Rys.2) rzędu  $10^6/100\text{cm}^3$  wskazuje na kałowe pochodzenie tych bakterii. Podobne wartości obserwowano w ściekach warszawskich, t.j.  $1,8 \times 10^6/100\text{cm}^3$  [6]. Również we Francji ilość coli typu kałowego w ściekach zwykle wynosi  $10^6-10^8/100\text{cm}^3$ , zależnie od ilości mieszkańców obsługiwanych przez oczyszczalnię [4].

Chociaż ponad 90% mikroorganizmów pochodzenia kałowego jest eliminowane w procesach oczyszczania ścieków, na etapie oczyszczania mechanicznego oraz biologicznego, to odpływy nadal zawierają wysoką liczbę bakterii coli typu kałowego, rzędu  $10^4/100\text{cm}^3$  [15]. W przeprowadzonych badaniach obserwowano w ściekach oczyszczonych jednak mniejsze ilości coli termotolerancyjnych; na wypływie NPL (najbardziej prawdopodobna liczba) wynosiło w kwietniu  $10^3/100\text{cm}^3$  (Rys.2). Obserwowane różnice między poszczególnymi seriami są prawdopodobnie wynikiem sygnalizowanej w tym czasie awarii w Oczyszczalni. Wyniki uzyskane na podłożu z eozyną i błękitem metylenowym (Tab. 3) wskazują na 99,9 % redukcji bakterii fermentujących laktozę, z rodziny *Enterobacteriaceae*, w procesie oczyszczania ścieków. Podobne wyniki uzyskał Staroniewicz [cyt.za 6], który w pracy nad stopniem redukcji drobnoustrojów w ściekach stwierdził 80% redukcję bakterii *E.coli* w oczyszczalni typu BOS 50 przy sanatorium Zarzecze i 100% redukcję *E.coli* w oczyszczalni typu BOS 200 przy hotelu Skalny w Karpaczu.

**Tabela 3**

Liczebność bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* fermentujących laktozę, w  $1\text{cm}^3$  ścieków, określana na podłożu EMB

Daty / Punkty poboru	ścieki surowe	ścieki po osadnikach	komora osadu	ścieki na wypływie
21.04	$3,5 \times 10^4$	$2 \times 10^4$	$1,4 \times 10^3$	$0,25 \times 10^2$
13.05	$2,5 \times 10^4$	$3,9 \times 10^4$	$27 \times 10^3$	$17 \times 10^2$
25.05	$12 \times 10^4$	$2,4 \times 10^4$	$9 \times 10^3$	$4 \times 10^2$

W próbkach ścieków warszawskich liczebność paciorkowców kałowych w ściekach surowych wynosiła  $2,4 \times 10^6/100\text{cm}^3$  [6], w przeprowadzonych badaniach natomiast liczebność ta była niższa o rząd wielkości ( $2,4 \times 10^5/100\text{cm}^3$ ) i zmniejszała się do ok.  $4 \times 10^2/100\text{cm}^3$  (Rys. 3), a miano enterokoków zmieniało się z 0,0004 w ściekach surowych do 0,1 i 0,4 na odpływie (Tab.4).

**Tabela 4**

Miano enterokoków w ściekach

Daty / Punkty poboru	ścieki surowe	ścieki po osadnikach	komora osadu	ścieki na wypływie
21.04	0.0004	0.004	0.001	0.4
13.05	0.0004	0.0004	0.001	0.4
25.05	0.0004	0.0004	0.004	0.1

Liczebność gronkowców mannitolododatnich w  $1\text{cm}^3$  wahała się w poszczególnych seriach od 1,5-  $30 \times 10^2$  i ulegała zwiększeniu o 1 rząd wielkości (Tab. 5) w punkcie po osadnikach. Redukcja liczebności na wypływie wynosiła ok. 99,8%. Podobne ilości gronkowców koagulazododatnich w ściekach ( $8,21 \times 10^2$ ) stwierdzono w badaniach Szpadta [24], przy zastosowaniu w pracy odmiennej metodyki określania liczebności.

**Tabela 5**Liczebność gronkowców mannitolododatnich w  $1\text{cm}^3$  ścieków, określana na podłożu Chapmana

Daty / Punkty poboru	ścieki surowe	ścieki po osadnikach	komora osadu	ścieki na wypływie
16.04	$13,6 \times 10^2$	$10 \times 10^2$	$23 \times 10^2$	4
21.04	$30 \times 10^2$	$2,6 \times 10^3$	$3,2 \times 10^2$	0 w $0,1 \text{ cm}^3$
13.05	$5 \times 10^2$	$2,4 \times 10^3$	$3,1 \times 10^3$	3
25.05	$1,5 \times 10^2$	$3,4 \times 10^3$	$2,4 \times 10^2$	0 w $0,1 \text{ cm}^3$

Skazenie wody beztlenowymi laseczkami przetrwalnikującymi wskazuje na długotrwałe fekalne zanieczyszczanie wody [9,18]. W badanych ściekach surowych NPL przetrwalnikujących bakterii z rodzaju *Clostridium* zmniejszało się z 69 tys. do 4 tys. na odpływie, co stanowi 94,2% redukcji. Jest to znaczące obniżenie liczby bakterii beztlenowych, ponieważ Staroniewicz [cyt. za 6] stwierdził tylko 50% redukcję liczby clostridium w oczyszczalni BOS 200.

Oczyszczone ścieki odprowadzane są do rzeki Warty, gdzie w próbkach wody, pobranych poniżej odpływu ścieków, liczebność clostridium wynosiła  $100/100\text{cm}^3$  (Tab.6). Podobne wyniki otrzymał Niewolak [13], który w rzece Czarna Hańcza, 10 m za odpływem ścieków stwierdził NPL *Clostridium*, rzędu od 40 -  $950/100\text{cm}^3$ . Odprowadzanie do wód powierzchniowych odpływów z oczyszczalni ścieków pomimo wysokiej efektywności procesów technologicznych, niewątpliwie wpływa na stan mikrobiologiczny odbiornika,

stańd wiele krajów wprowadza dodatkowo dezynfekcję oczyszczonych ścieków [7,15].

**Tabela 6**

NPL przetrwalnikujących bakterii z rodz. *Clostridium* redukujących siarczyny

Punkty poboru	ścieki surowe	ścieki na wypływie	rzeka za oczyszczalnią
	69 000	4 000	100

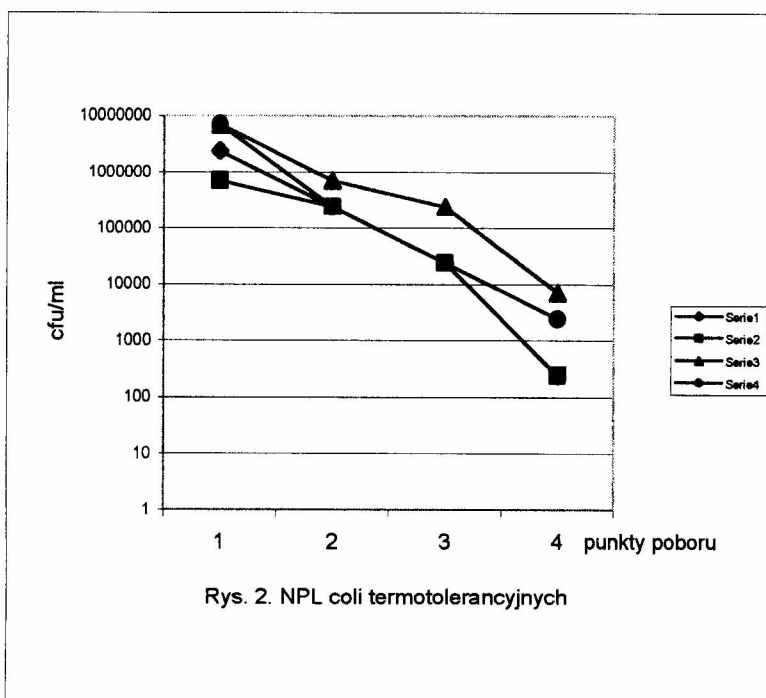
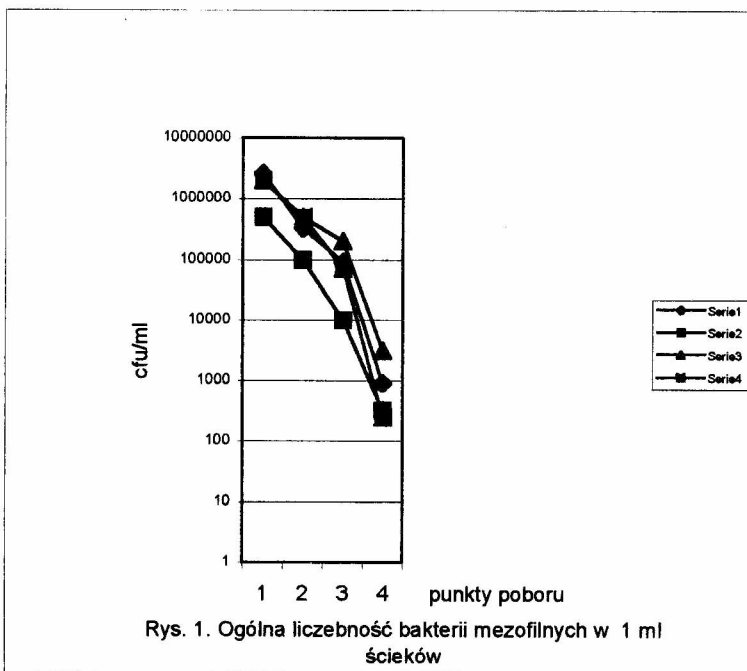
### Podsumowanie

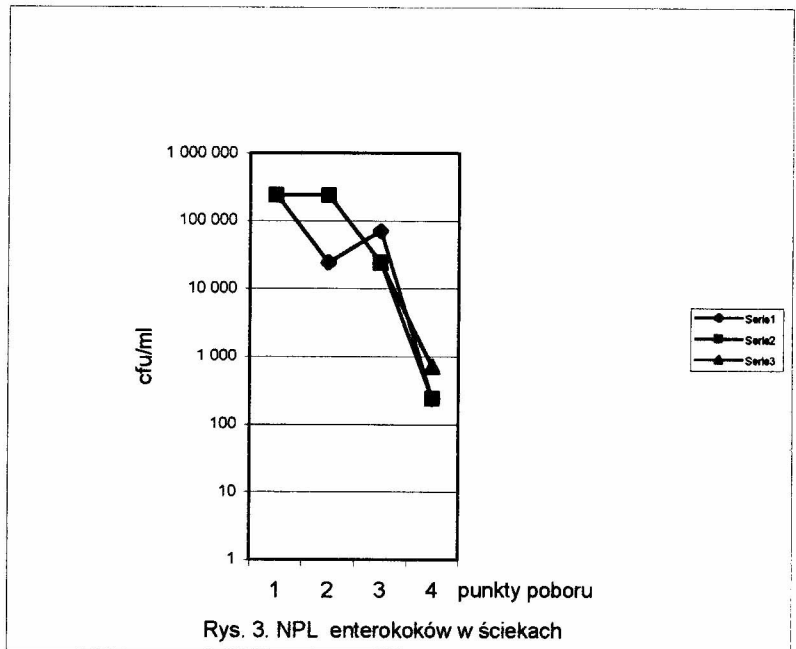
Z uwagi na skażenie bakteriologiczne wód, w Polsce od lat nie ma rzek w pierwszej klasie czystości i przeważają wody pozaklasowe. Jest to wynik nie tylko wprowadzania od lat, bezpośrednio do wód nieoczyszczonych ścieków, ale też odprowadzania ścieków oczyszczonych jedynie mechanicznie czy chemicznie. W oczyszczalniach biologicznych z podwyższonym usuwaniem biogenów obserwuje się znaczną redukcję ilości bakterii pochodzenia kałowego. Klasyczna oczyszczalnia, która nie prowadzi specyficznej dezynfekcji, redukuje fekalne mikroorganizmy o 1 do 3 rzędów wielkości [4]. Odpływy z oczyszczalni zwykle zawierają NPL coli typu kałowego rzędu  $10^4$  [13,15].

W badaniach przeprowadzonych w Oczyszczalni Ścieków w Częstochowie obserwowano jeszcze większą redukcję bakterii, np. NPL coli typu fekalnego do  $10^{-3}$ , a ogólnej liczebności mezofili o 99,9%, co wskazuje na bardzo dobrą pracę tej oczyszczalni. Ponieważ jednak liczebność bakterii w ściekach surowych jest bardzo wysoka, bakterie są nadal odprowadzane w wielkiej ilości do wód powierzchniowych, szczególnie w oczyszczalniach o gorszych parametrach technologicznych.

Z na stosunkowo długiego okresu przeżywania mikroorganizmów w wodach powierzchniowych [1,12,20,25], które są głównym odbiornikiem ścieków, konieczne jest, wzorem innych krajów, obniżenie liczby bakterii w odprowadzanych ściekach poprzez ich dezynfekcję lub rozcieńczenie [7,15].







Rys. 3. NPL enterokoków w ściekach

## LITERATURA

1. R. R. Colwel, *Viable but nonculturable bacteria: a survival strategy*. J. of Infection and Chemotherapy, 2000, 6, 121-125
2. B. Drzewiecka., J. Sinkiewicz., *Występowanie bakterii z rodzaju *Camphylobacter* w wodach powierzchniowych, wykorzystywanych na potrzeby komunalne na terenie województwa bydgoskiego*. Roczniki PZH 2000, 51(1): 53-61
3. E Dyer, (red.) *Analizy środowiskowe. Mikrobiologiczne wskaźniki czystości wód*. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska. Warszawa 1993
4. I. George, P. Crop, P. Servai, *Faecal removal in wastewater treatment plants studied by plate counts and enzymatic methods*. Water Res. 2002, 36, 2601-2617
5. GUS, *Ochrona Środowiska, Informacja i opracowanie statystyczne*, Warszawa 2001
6. J.P. Kluczek, *Wybrane Zagadnienia z Ochrony Środowiska*, Wyd. Uczelniane ART., Bydgoszcz 1999
7. J. Koivunen, A. Siitonen, H. Heinonen-Tanski, *Elimination of enteric bacteria in biological-chemical wastewater treatment and tertiary filtration units*, Water Res. 2003, 37, 690-698
8. B. Krogulska, J. Maleszewska, *Występowanie bakterii z rodzaju *Yersinia* w wodach powierzchniowych*. Roczniki PZH, 1992, 43, 295-300
9. Z. Libudzisz K. Kowal (red), *Mikrobiologia techniczna, T.1*, Politechnika Łódzka, Łódź 2000

10. M. Mazari-Hiriart, Y. Lopez-Vidal, G.Castillo-Rojas de Leon S.P.A. Cravioto, *Helicobacter pylori and Other Enteric Bacteria in Freshwater Environments in Mexico City*. Arch. Medical Res., 2001, **32**, 458-467
11. C. L. Moe, Waterborne transmission of infectious agents. In: *Manual of Environmental Microbiology*. Hurst C.J (ed.)ASM Press, Washington, 1997
12. A. Nadgórska, A. Smyła, M. Kostecki, *Przeżywalność szczepu Escherichia coli K12 J62-1 w wodzie zbiornika Dzierżno Duże*. Archiwum Ochrony Środowiska, 2002, 28/4: 89 - 103
13. S. Niewolak, *The evaluation of the Contamination Degree and the Sanitary State of the Waters in the Czarna Hańcza River in the Region of Suwałki and Wigry National Park*. Pol. J.Environmental Studies, 1998, 7 / 4: 229-241
14. S. Niewolak, A. Opicka, *Potentially Pathogenic Microorganism in Water and Bottom Sediments in the Czarna Hańcza River*, Pol. J.Environment Studies 2000, **9**, 183-194
15. K. Olańczuk-Neyman, *Mikrobiologiczne aspekty odprowadzania ścieków do przybrzeżnych wód morskich*, Inżynieria Morska i Geotechnika, 2003, **2**, 55- 62
16. S. R. Park, W.G Macay, D. C. Reid, *Helicobacter sp. recovered from drinking water biofilm sampled from a water distribution system*, Water Res. 2001, **35**, 1624-1626
17. A. Ramos-Cormenzana, A. Castillo, C. Incerti, L.F. Gomez-Palma, *Bacteriological indicators of faecal contamination: result of a loading experiment with untreated urban wastewater*, J. Appl. Bacteriology 1994, **76**, 95-99
18. A. Smyła, *Analiza sanitarna wody*, Wyższa Szkoła Pedagogiczna, Częstochowa 2002
19. A. Smyła, Z. Piotrowska-Seget, A. Tyflewski. *Pathogenic bacteria hazard in surface waters*. AUMC Limnological Papers, UMK Toruń 2003 (in press)
20. *Stan czystości rzek, jezior i Bałtyku*, (Praca zbiorowa), Inspekcja Ochrony Środowiska. Biblioteka Monitoringu Środowiska, 2000
21. J.W. Santo Domingo, S. Harmon, J. Bennet, *Survival of Salmonella Species in River Water*, Curr. Microbiol. 2000, **40**, 409-417
22. P. Singleton, *Bakterie w biologii, biotechnologii i medycynie*, Wyd Naukowe PWN, Warszawa 2000
23. R. Szlachta, E. Wasilewska, B. Krogulska, *Zastosowanie podłoża Chapmana i Baird-Parkera do izolacji gronkowców z wody basenów kąpielowych*, Roczniki PZH 1998, **49**, 87-91
24. R. Szpadt, T. Traczewska, *Wybrane źródła mikrobiologicznych zanieczyszczeń środowiska*, w: *Mikrobiologiczne metody w monitoringu środowiska przyrodniczego*. Seminarium krajowe PIOŚ, red. Suchy M., Biblioteka Monitoringu Środowiska, Rzeszów 1998
25. G.A. Toranzos, G. McFeters, *Detection of indicator microorganisms in environmental freshwaters and drinking waters*, in: Hurst C.J., Knudsen G.R., Walter M.V.,(eds). *Manual of Environmental Microbiology*. ASM Press, Washington 1998.

Aleksandra Smyła \*  
Katarzyna Karpińska  
Magdalena Bawor

### Changes of the number of mesophilic bacteria in sewage treatment system

**Abstract:** The occurrence of mesophilic bacteria in the sewage purification process was investigated in Częstochowa Wastewater Treatment Plant Warta. Samples were taken from raw wastes, from the secondary settling, after treatment with coagulate PIX, and from effluent wastes.

A considerable reduction of the number of all investigated bacteria was observed – mesophilic bacteria by 99,5%, NLP faecal bacteria by 99,9%, enterococci by 98,4% and clostridium by 94,2%. In spite of so significant reduction of the bacteria number, in effluent wastes the number of mesophilic bacteria was of the order of  $10^2$ /ml, NPL faecal coliforms of the order of  $10^3$ - $10^4$  NLP, enterococci – 240, and NLP clostridium – 4000.

BG WSP



262713

