

Karolina MATEJ-ŁUKOWICZ¹, Ewa WOJCIECHOWSKA¹,
Hanna OBARSKA-PEMPKOWIAK², Magdalena GAJEWSKA²

¹KATEDRA INŻYNIERII SANITARNEJ
POLITECHNIKA GDAŃSKA

²KATEDRA TECHNOLOGII WODY I ŚCIEKÓW
POLITECHNIKA GDAŃSKA

OCHRONA WÓD POWIERZCHNIOWYCH PRZED DOPŁYWEM ZANIECZYSZCZEŃ ZE ŹRÓDEŁ PUNKTOWYCH I OBSZAROWYCH NA PRZYKŁADZIE POTOKU OLIWSKIEGO

PROTECTION OF SURFACE WATERS AGAINST POLLUTION
TRIBUTARY POINT AND DIFFUSE POLLUTION FOR EXAMPLE
OLIWA STREAMN

*Gdansk Bay basin is particularly vulnerable to the input of pollutants. Wastewater flows where water from field runoff, sewage treatment plants and the Vistula River, carrying contaminants from across the country. An example of the flow of water from the city is the Oliwa Stream, which flows through urban areas, forest receives water from fish ponds or indirectly from the City Zoo. The publication describes the basic system to remove water pollution flowing into Rynarzewskiego Stream, which flows into the Oliwa Stream. They included artificial wetlands sand filters and buffer zones inhabited with *Salix viminalis*.*

1. Wprowadzenie - rodzaje i źródła zanieczyszczeń ścieków deszczowych zlewni miejskiej

Główne zanieczyszczenia spływów opadowych zlewni miejskiej to zawiesiny, które wydają się szczególnie niebezpieczne ze względu na zdolność adsorpcji na swojej powierzchni innych zanieczyszczeń, takich jak metale ciężkie. Dodatkowe zanieczyszczenia w zlewni miejskiej to chemiczne i biologiczne zapotrzebowanie tlenu, pH, chlorki, substancje ropopochodne oraz związki biogenne, takie jak azot czy fosfor.

Zarówno Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. [10], jak i nowelizacja z dnia 18 listopada 2014 r. [8] wprowadza dwa obostrzenia. Wody opadowe lub roztopowe pochodzące z zanieczyszczonej powierzchni szczelnej, takiej jak miasta mogą być wprowadzane do wód lub do ziemi, przy założeniu że nie zawierają substancji zanieczyszczających w ilościach przekraczających 100 mg/l zawiesin ogólnych oraz 15 mg/l węglowodorów ropopochodnych. Poważne wątpliwości budzi ograniczenie wyłącznie dwóch parametrów. Dla ścieków bytowych i komunalnych wymienione Rozporządzenia [10], [8] określają stopień usuwania zanieczyszczeń lub najwyższe dopuszczalne wartości wskaźników, takich jak BZT, ChZT, zawiesiny ogólne, azot i fosfor ogólny. Obecny rozwój miast, czy wzrost natężenia ruchu wskazują na konieczność dużo dokładniejszej analizy stężeń zanieczyszczeń wód opadowych i roztopowych.

Istotnym wskaźnikiem, który powinien być analizowany na odprowadzeniu wód opadowych do odbiorników jest zawartość metali ciężkich. Są one szczególnie ważne ze względu na długość okresu przebywania w odbiorniku oraz zdolność do kumulowania się w osadach, organizmach roślin i zwierząt.

2. Ścieki odprowadzane z Trójmiasta

Zatoka Gdańska, to miejsce o szczególnym znaczeniu zarówno rekreacyjnym, krajobrazowym jak i transportowym. Akwen ten, jako część Morza Bałtyckiego wpływa bezpośrednio na stan wód będących wspólną własnością Danii, Estonii, Finlandii, Litwy, Łotwy, Niemiec, Polski, Rosji oraz Szwecji. Każdy z tych krajów odpowiedzialny jest za jakość wody morskiej.

Zanieczyszczenia Zatoki Gdańskiej pochodzą głównie z działalności ludzi na lądzie. Odprowadzanie wód z licznych cieków powierzchniowych oraz ścieków z systemów kanalizacji deszczowej skutkuje wprowadzeniem do Zatoki dużej ilości zanieczyszczeń. Zasięg oddziaływania tych wód obejmuje wszystkie kąpieliska Trójmiasta oraz obszary wód przybrzeżnych.

W aglomeracji trójmiejskiej i gminach ościennych pracują dwie oczyszczalnie ścieków: Gdańsk – Wschód oraz Grupowa Oczyszczalnia Ścieków Dębogórze. Pierwsza z nich odbiera ścieki z gminy Gdańsk oraz z gmin sąsiednich Kolbudy, Żukowo, Sopot, Pruszcz Gdański Gmina i Miasto. Odprowadzenie ścieków odbywa się za pomocą rurociągu tłoczego 2,5 km w głąb Zatoki Gdańskiej. Druga – GOŚ „Dębogórze”, jest miejscem spływu dla gminy Gdynia, Rumia, Reda, Wejherowo i mniejszych okolicznych miejscowości. Po procesie oczyszczania ścieki są odprowadzane do Zatoki Puckiej (zachodnia część Zatoki Gdańskiej). Są to ścieki typu komunalnego i bytowego, które po przejściu procesu oczyszczania spełniają restrykcyjne wymagania stawiane przez Rozporządzenie [8].

Głównymi wylotami ścieków deszczowych do Zatoki Gdańskiej są: ujście Potoku Oliwskiego, wylot kolektora „Kołobrzaska” oraz ujście Martwej Wisły. Każdy z nich zlokalizowany jest w pobliżu plaż, stąd należy zwrócić szczególną uwagę na skład wody wprowadzanej do Morza.

3. Wymagania stawiane wodom Zatoki Gdańskiej

Zatoka Gdańska pełni funkcje portową, rekreacyjną oraz wypoczynkową dla mieszkańców całego kraju oraz turystów zagranicznych. Jest miejscem doskonalenia umiejętności w sportach wodnych, ale też kąpieliskiem również dla najmłodszych odwiedzających. To przeznaczenie wymaga spełnienia rygorystycznych wytycznych jakości wody w kąpielisku, które zebrano w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 8 kwietnia 2011 r. w sprawie prowadzenia nadzoru nad jakością wody w kąpielisku oraz w miejscu do kąpeli [12], Ustawie z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne [14] oraz Dyrektywie 2006/7/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 lutego 2006 r. dotyczącej zarządzania jakością wody w kąpieliskach i uchylającej dyrektywę 76/160/EWG [2].

Praktycznie każdego lata pojawiają się komunikaty dotyczące zakazu kąpeli na plażach trójmiejskich z powodu pojawienia się np. sinic. Ich przyczyną jest zbyt duża ilość substancji odżywczych dopływających do wód morskich, głównie z lokalnych potoków. Nad jakością wód w kąpieliskach kontrolę pełni odpowiednia powiatowa stacja sanitarnoepidemiologiczna.

W serwisie kąpieliskowym [15] w jednym z upalnych dni 11.08.2015 r. znaleźć można było mapę (Rys. 1), gdzie na zielono oznaczono kąpieliska z wodą przydatną do kąpeli, natomiast na czerwono miejsca, gdzie zawieszono czerwone flagi oznaczające brak odpowiednich warunków do kąpeli.



Rys. 1. Mapa ze stanem kąpielisk 11.08.2015 r. [15]

Fig. 1. Swimming place 11.08.2015 [15]

4. Charakterystyka Potoku Oliwskiego

W Gdańsku wyróżnić można ponad dwadzieścia cieków wodnych, będących odbiornikami ścieków deszczowych z terenu miasta. Wśród nich największymi są Potok Oruński, Strzyża oraz Potok Oliwski. Ten ostatni objęto analizą ze względu na ujście zlokalizowane przy jednej z gdańskich plaż - Jelitkowie, co przedstawia Rys. 2.

Potok Oliwski jest drugim co do długości, po Potoku Strzyża ciekami wodnymi Gdańska. Koryto potoku jest uregulowane na całej długości. Jego źródło znajduje się w Złotej Karczmi, a powierzchnia zlewni całkowitej wynosi około 3050 ha [17]. Jest on odbiornikiem Kanału Granicznego „A”, Potoku Rynarzewskiego, Potoku Czystej Wody oraz Potoku Bernarda i Potoku Zajączkowskiego. Zbiera on wody deszczowe z terenów leśnych, ulic, parków, terenów zabudowanych, ale również przez dopływ Potoku Rynarzewskiego z Miejskiego Ogródu Zoologicznego.



Rys. 2. Ujście Potoku Oliwskiego do Zatoki Gdańskiej [18]
Fig. 2. Oliwa Stream estuary to the Gulf of Gdansk [18]

Potok Oliwski, mający prawie 10 km długości, charakteryzuje się bardzo rozległą i zróżnicowaną zlewnią, co oddziałuje na jakość wód w nim płynących. W początkowym odcinku przepływa przez tereny leśne, gdzie zbiera zanieczyszczenia powierzchniowe z tych obszarów oraz z sieci kanalizacyjnej odprowadzającej wody opadowe i roztopowe z jedni drogi szybkiego ruchu S6 oraz jej dróg dojazdowych. W górnej części ciek wodnego - Dolinie Radości - znajdują się stawy rybne pobierające i zrzucające swoje wody. W środkowej części należy zwrócić uwagę na dopływ Potoku Rynarzewskiego, który przepływa między innymi przez Miejski Ogród Zoologiczny odprowadzający wody ze spływu powierzchniowego z wybiegów dla zwierząt. W dalszej części wody przepływają przez tereny Oliwskiego Parku, gdzie są narażone na zanieczyszczenia antropogeniczne. Potok Oliwski przepływa przez tereny z przyległymi ogródkami działkowymi, skąd również odbiera zanieczyszczenia ze spływu.

W dolnym biegu trasa potoku biegnie równolegle do ulic miasta, częściowo w korycie otwartym, częściowo w kanale krytym, aby ostatecznie dopłynąć do ujścia – Zatoki Gdańskiej. Dodatkowo należy uwzględnić zanieczyszczenia pochodzące z terenów o nieuporządkowanej gospodarce wodno-ściekowej oraz terenów, gdzie znajdują się obiekty podłączone a nie posiadające pozwoleń na odprowadzanie wód do Potoku.

W zlewni Potoku Oliwskiego znajduje się trzynaście zbiorników retencyjnych [17] o łącznej pojemności ponad 70 000 m³ i powierzchni 13,5 ha. Są to miejsca pełniące dwójaką funkcję – retencji wód, ale również rekreacji. Zbiorniki te narażone są na zanieczyszczenia zewnętrzne, gdyż większość z nich jest ogólnodostępna.

Przedstawiona powyżej charakterystyka zlewni obrazuje potencjalne źródła znacznych ilości zanieczyszczeń, które wprowadzane są do Potoku Oliwskiego. Ich uporządkowany podział przedstawia Tabela 1.

Tabela. 1. Zanieczyszczenia wód Potoku Oliwskiego

Table. 1. Water pollution Oliwa Stream

Zanieczyszczenia punktowe	Zanieczyszczenia obszarowe
<ul style="list-style-type: none"> • Wody zużyte ze stawów rybnych w Dolinie Radości, • Wody roztopowe i opadowe z dróg komunikacyjnych, powierzchni placów i parkingów, • Ścieki z obiektów zabudowy nieposiadających pozwoleń, • Dopływy Potoku Oliwskiego. 	<ul style="list-style-type: none"> • Spływ powierzchniowy z terenu Miejskiego Ogrodu Zoologicznego, • Spływ powierzchniowy z terenów przyległych do Potoku, • Spływ z ogródków działkowych.

5. Badania fizykochemiczne Potoku Oliwskiego

Od 2007 roku Gmina Miasto Gdańsk zleca analizy oraz publikuje dane dotyczące ładunków zanieczyszczeń odprowadzonych do Zatoki Gdańskiej za pośrednictwem cieków i kolektorów ścieków. W raportach 2009-2011 uwzględniono ładunki zanieczyszczeń z wyróżnieniem Potoku Oliwskiego. Wyniki badań przedstawia Tabela 2 oraz Tabela 3

Tabela. 2. Średnie stężenie ładunku zanieczyszczeń dla Potoku Oliwskiego w latach 2009-2011 [16]

Table. 2. The average concentration of pollutant loads for Oliwski Stream in 2009-2011 [16]

ROK	BZT ₅ [mgO ₂ /dm ³]	ChZT [mgO ₂ /dm ³]	P og [mg/dm ³]	N og [mg/dm ³]	Zawiesiny ogólne [mg/dm ³]
2009	2,03	6,22	0,14	3,05	14,50
2010	1,79	5,08	0,14	2,17	4,55
2011	2,33	5,32	0,11	1,83	9,53

Tabela 3. Roczne stężenie ładunku zanieczyszczeń dla Potoku Oliwskiego w latach 2009-2011 [16]
 Table 3. The annual concentration of pollutant loads for Oliwski Stream in 2009-2011 [16]

ROK	WIELKOŚĆ DOPŁYWU [tys. m ³ /rok]	BZT ₅ [mgO ₂ /rok]	ChZT [tO ₂ /rok]	P og [t/rok]	N og [t/rok]	Zawiesiny ogólne [t/rok]
2009	9050,83	18,29	81,36	1,26	27,44	131,24
2010	11826,00	21,44	88,30	1,58	24,60	53,81
2011	8350,21	19,18	45,08	0,97	15,36	88,24

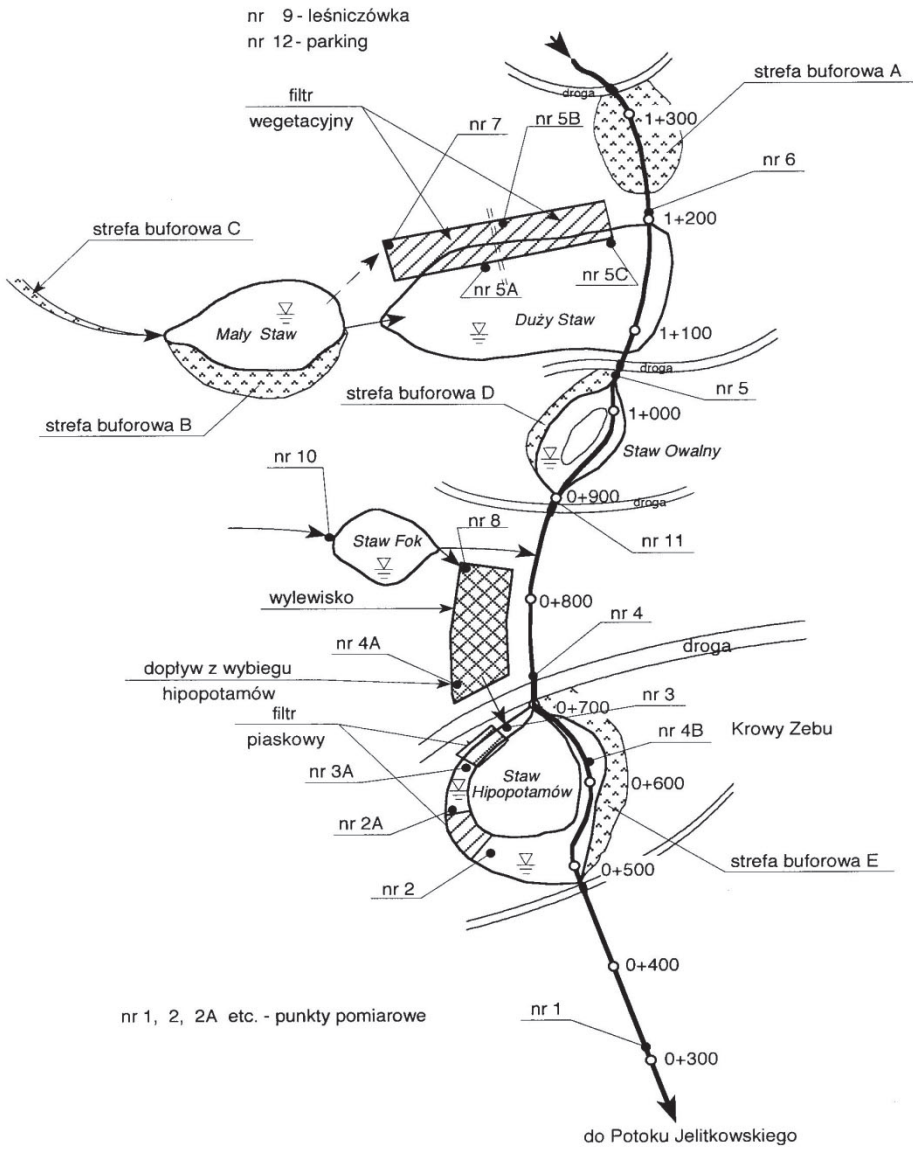
Biorąc pod uwagę powyższe dane i analizując je w oparciu o Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 października 2014 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych [9] można sklasyfikować wody Potoku. Parametry badane w 2010 i 2011 roku w pełni spełniają wymagania dla I klasy czystości, natomiast w 2009 roku zawartość ChZT jest w grupie II klasy. Należy jednak krytycznie podejść do tych wyników, gdyż Rozporządzenie [9] wskazuje na konieczność badania wielu wskaźników fizykochemicznych, biologicznych i hydromorfologicznych.

6. Badania fizykochemiczne Potoku Oliwskiego

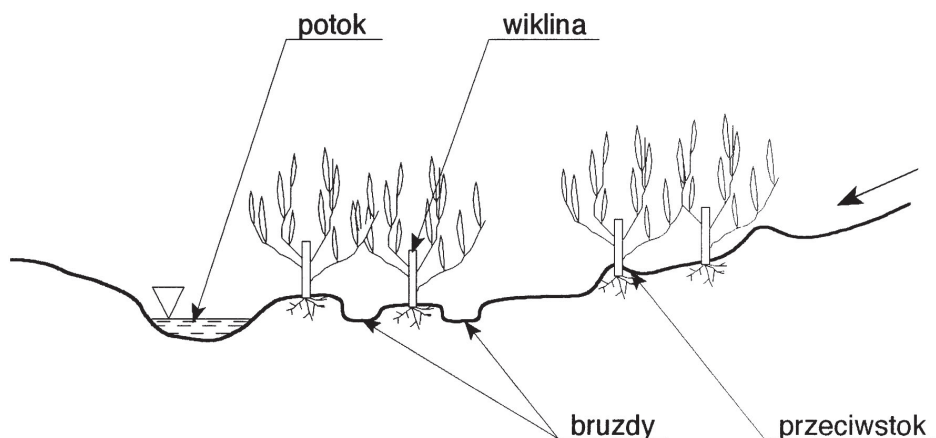
Przykładem sposobu podczyszczania ścieków wprowadzanych do miejskich cieków jest system zastosowany w Miejskim Ogrodzie Zoologicznym w Gdańsku (ZOO). Jego zadaniem jest ochrona Potoku Rynarzewskiego – głównego dopływu Potoku Oliwskiego. Wykorzystano tam szwedzkie doświadczenia w budowie oczyszczalni hydrofitowych z zastosowaniem nasadzeń z wikliny *Salix viminalis* [6].

Hydrofitowa metoda oczyszczania ścieków wykorzystuje procesy biologiczne z udziałem mikroorganizmów heterotroficznych oraz roślin wodnych i wodolubnych. Nasadzenia wykonywane są w odpowiednio przygotowanych obiektach, takich jak stawy i filtry gruntowe. Poprzez stworzenie odpowiednich warunków umożliwiających rozwój hydrofitów wzrasta intensywność procesów utleniania i redukcji, które przy wspomaganie procesami sorpcji, sedymentacji i asymilacji powodują zwiększenie usuwania zanieczyszczeń ze ścieków [5].

Poprzez nasadzenia prętami wikliny tworzone są strefy buforowe służące zabezpieczeniu odbiornika przed obszarowym spływem związków biogenicznych. W Gdańskim ZOO zaprojektowano pięć stref buforowych znajdujących się na obrzeżach stawów oraz wzdłuż koryta potoku (Rys. 3). Zadaniem stref jest redukcja zanieczyszczeń spływających z wybiegów oraz pomieszczeń dla zwierząt. Na Rys. 4 przedstawiono budowę takiej strefy, z uwzględnieniem bruzd i przeciwstoków zapewniających lepszą retencję wód opadowych [6].



Rys. 3. Zespół obiektów hydrotechniczno-hydrofitowych w ZOO w Oliwie
Fig. 3. The CW system at the ZOO in Oliwa [5]



Rys. 4. Strefa buforowa [6]
Fig. 4. Temporary buffer zone [6]

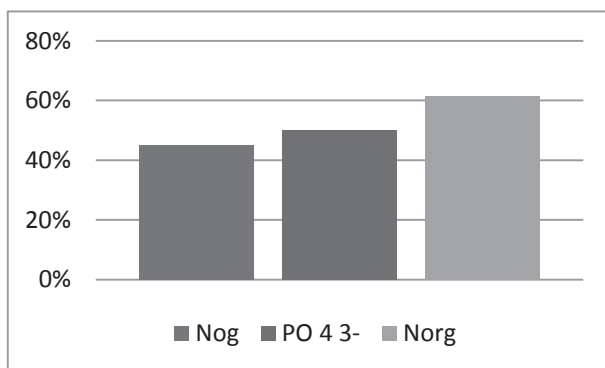
System wprowadzono w latach '90 ubiegłego wieku i przez kolejne lata badano skuteczność jego działania. Zadaniem systemu było obniżenie zawartości substancji organicznej dopływającej do wód Potoku. Wyniki porównawcze przedstawia Tabela 4.

Tabela 4. Średnie wartości stężeń zanieczyszczeń [mg/dm³] w wybranych punktach pomiarowych przed wybudowaniem obiektu (przed) oraz po dwuletniej eksploatacji (po) obiektów w Oliwie [5]
Table 4. Average concentrations of pollutants [mg / dm³] at selected measuring points before the construction of the object (przed) and after two years of operation (po) the objects in Oliwa [5]

Parametr [mg/dm ³]	Dopływ do ZOO		Odpływ z Dużego Stawu		Odpływ ze Stawu Ovalnego		Odpływ z ZOO	
	przed	po	przed	po	przed	po	przed	po
N _{org}	3,1	1,7	6,6	1,8	6,6	2,0	9,6	2,5
PO ₄ ³⁻	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,25	0,6	0,15
BZT ₅	-	2,8	3,2	3,0	3,1	3,4	3,5	2,8
ChZT _{Mn}	2,9	6,5	8,5	4,1	8,5	3,7	10,0	4,8
N-NH ₄ ⁺	0,0	0,1	0,5	0,2	0,5	0,2	1,6	0,1
N-NO ₃ ⁻	0,0	0,4	0,3	0,4	0,3	0,5	0,4	0,5
N-NO ₂ ⁻	0,0	0,0	ślad	0,0	ślad	0,02	ślad	0,02
N _{org}	3,1	1,2	5,6	1,2	5,6	1,4	8,0	1,9

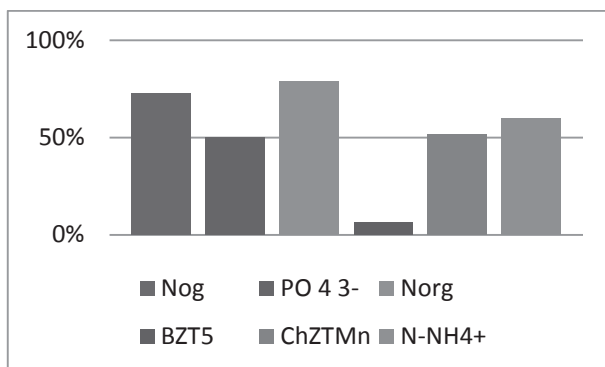
Analizę stopnia redukcji poszczególnych parametrów przedstawiają poniższe wykresy (Rys. 5, Rys. 6, Rys. 7, Rys. 8). Obniżenie zawartości zanieczyszczeń najlepiej obrazują wyniki azotu ogólnego, którego spadek wynosi od 45% do 74 % oraz fosforanów zredukowanych o 38% - 75%.

Najskuteczniejsze efekty wprowadzenia systemu podczyszczania wód zaobserwowano na odpływie z Ogrodu Zoologicznego, gdzie redukcja azotu amonowego sięga 94%, azotu organicznego 76%, a pozostałych parametrów na podobnym, wysokim poziomie.



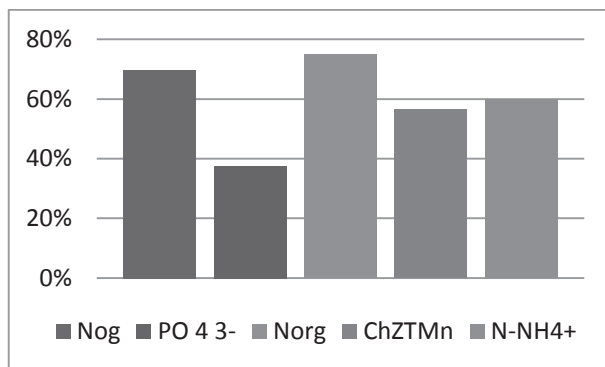
Rys. 5. Stopień redukcji parametrów fizykochemicznych na dopływie do ZOO

Fig. 5. The degree of reduction of physicochemical parameters of the inlet to the ZOO

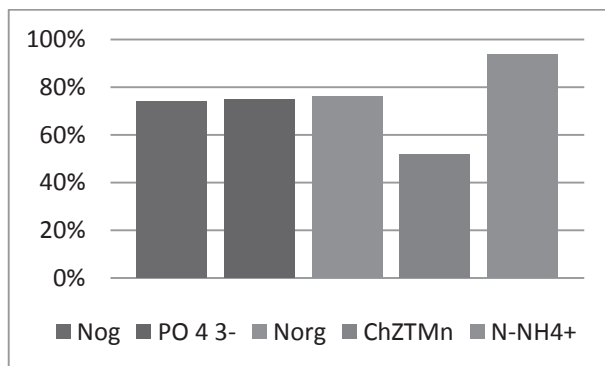


Rys. 6. Stopień redukcji parametrów fizykochemicznych na odpływie z Dużego Stawu

Fig. 6. The degree of reduction of physicochemical parameters at the outlet of Big Pond



Rys. 7. Stopień redukcji parametrów fizykochemicznych na odpływie ze Stawu Ovalnego
 Fig. 7. The degree of reduction of the physicochemical parameters of the effluent from Round Pond



Rys. 8. Stopień redukcji parametrów fizykochemicznych na odpływie z ZOO
 Fig. 8. The degree of reduction of the physicochemical parameters of the effluent from the ZOO

7. Monitoring

Celem monitoringu powinna być poprawa jakości wód występujących w Potoku Oliwskim i jego ochrona przed zanieczyszczeniami. Jakość wód Potoku Oliwskiego kontrolowana jest w ramach badania ładunku zanieczyszczeń odprowadzanych do Zatok Gdańskiej z terenu Gdańska. Kontrolowane są wyłącznie parametry fizykochemiczne, które są niewystarczające dla sklasyfikowania wód zgodnie z Rozporządzeniem [9]. Niezbędne jest rozszerzenie badań o parametry biologiczne (częściowo analizował Nowacki i inni [3]), hydromorfologiczne, fizykochemiczne.

O parametrach hydromorfologicznych, które uznać można za najbardziej ustabilizowane w porównaniu do pozostałych informacji uzyskać można na przykład od zarządcy Potoku, którym jest spółka Melioracje Gdańskie.

Pozostałe dwie grupy należy monitorować corocznie – zgodnie z [9]. Jednak trudno o wskazanie jednego dnia w roku, w którym wyniki są reprezentatywne.

W związku ze zróżnicowanym zagospodarowaniem zlewni należy wziąć pod uwagę często zaniebdywane analizy farmaceutyków, hormonów i antybiotyków. Ich głównym źródłem są leki spożywane przez ludzi i zwierzęta, więc mogą być to pośrednio stawy rybne, zrzuty z podłączonych niezgodnie z prawem obiektów, spływy z terenów hodowlanych. Występujące w wodzie farmaceutyki mogą wpływać na żywe organizmy i hamować, bądź stymulować ich rozwój [1].

Powyższe rozważania wskazują na konieczność analiz substancji nazywanych emerging pollutants, będących nowymi zanieczyszczeniami.

Uzyskane informacje powinny być wskazówkami do podejmowania działań na rzecz poprawy stanu wód oraz ich ochrony. Działania te należy realizować zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu [7].

8. Wnioski

- Jakość wód Potoku Oliwskiego ma istotne znaczenie z punktu widzenia gospodarki ściekowej Miasta Gdańska oraz bezpośrednio wpływa na klasę wód Zatoki Gdańskiej. Te ostatnie budzą wiele wątpliwości o czym świadczą pojawiające się w sezonie letnim zakazy kąpieli związane z występującymi zanieczyszczeniami.
- Publikowane przez Miasto Gdańsk wyniki analiz fizykochemicznych nie budzą zastrzeżeń i pozwalają na wstępną klasyfikację pobranych prób.
- Aktualnie prowadzone analizy zanieczyszczenia Potoku Oliwskiego są niewystarczające dla oceny klasy wód powierzchniowych. Konieczne jest poszerzenie metodyki badań o parametry z Rozporządzenia [9] oraz o badania nowych zanieczyszczeń, jakimi są farmaceutyki, hormony i antybiotyki.
- Przedstawiony system podczyszczania, wykorzystujący metody hydrofitowe jest przykładem przeciwdziałania dopływu zanieczyszczeń do wód powierzchniowych. Wyniki analiz prowadzone przed i po wprowadzeniu rozwiązania hydrobotanicznego potwierdzają skuteczność i prawidłowość zastosowanego rozwiązania.
- Potok Oliwski, jako jeden z najdłuższych cieków wodnych Gdańska jest odbiornikiem dużej ilości zanieczyszczeń z Miasta, co obliguje do wprowadzenia prowadzenia monitoringu mającego na celu ocenę stanu zagrożenia i wskazanie przyczyn ewentualnych nieprawidłowości.
- Monitoring prowadzony z częstotliwością jeden raz na miesiąc, może nie uwzględnić chwilowych, podwyższonych stężeń zanieczyszczeń, spowodowanych, np. opróżnianiem zbiorników retencyjnych. Niemniej, wyniki monitoringu zleconego przez Urząd świadczą o dobrej jakości wody Potoku, który bez wątpienia narażony jest na dopływ zanieczyszczeń związanych chociażby z hodowlą zwierząt. Potwierdza to skuteczność stosowanych w zlewni środków ochrony wód Potoku przed zanieczyszczeniami.

Bibliografia

- 1) Czech B. *Usuwanie farmaceutyków z wód i ścieków z wykorzystaniem metod adsorpcyjnych i fotokatalitycznych*, Praca zbiorowa red. Ryczkowski J. Adsorbenty i katalizatory. Wybrane Technologie a Środowisko, Rzeszów 2012
- 2) Dyrektywa 2006/7/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 lutego 2006 r. dotycząca zarządzania jakością wody w kąpieliskach i uchylająca dyrektywę 76/160/EWG
- 3) Nowacki J., Szumilas T., Dudkowiak M., Cieszyńska M. Zmiany stopnia fizyczno-chemicznego i bakteriologicznego zanieczyszczenia wód potoków i kanałów Gminy Gdańsk w latach 1994-2002, *Inżynieria Morska I Geotechnika*, nr 2/2004.
- 4) Obarska-Pempkowiak H., *Eliminacja zanieczyszczeń ze źródeł punktowych i obszarowych na przykładzie Potoku Rynaszewskiego w Gdańsku*, Praca zbiorowa red. Sozański M. Zaopatrzenie w wodę miast i wsi, Poznań 1996
- 5) Obarska-Pempkowiak H., Gajewska M., Wojciechowska E. *Hydrofitowe oczyszczanie wód i ścieków*, Warszawa 2010, s. 158-166
- 6) Obarska-Pempkowiak H., KołECKA K. Doświadczenia związane z wykorzystaniem wikliny *Salix viminalis* w usuwaniu zanieczyszczeń z wód i ścieków, *Rocznik Ochrona Środowiska*, nr 2/2007.
- 7) Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 listopada 2011 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych (Dziennik Ustaw 2011 nr 258, poz. 1550)
- 8) Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dziennik Ustaw 2014 poz. 1800)
- 9) Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 października 2014 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dziennik Ustaw 2014 poz. 1482)
- 10) Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. (Dziennik Ustaw 2006, nr 137 poz. 984)
- 11) Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 listopada 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia (Dziennik Ustaw nr 204, poz. 128)
- 12) Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 8 kwietnia 2011 r. w sprawie prowadzenia nadzoru nad jakością wody w kąpielisku i miejscu wykorzystywanym do kąpieli (Dziennik Ustaw 2011 nr 86 poz. 478)
- 13) Tarasewicz K., Łuczkiwicz A., Jankowska K. *Jakość wód Potoku Oliwskiego i rzeki Redy oraz ich wpływ na przybrzeżne kąpieliska w aspekcie nowych przepisów prawnych*, *Inżynieria Morska i Geotechnika*, nr 2/2013
- 14) Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne. (Dziennik Ustaw 2001, nr 115, poz. 1229)
- 15) Źródła internetowe:
- 16) [15] <http://sk.gis.gov.pl/>
- 17) [16] <http://www.gdansk.pl/urząd/zielony-gdansk,781.html>
- 18) [17] <http://www.gdmel.pl/>
- 19) [18] https://pl.wikipedia.org/wiki/Potok_Oliwski