

**INSTYTUT PODSTAW INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
POLSKIEJ AKADEMII NAUK**

**Maciej Kostecki, Alina Pohl, Malwina Tytła, Joanna Kernert**

**Rzeka Bytomka  
Funkcjonowanie ekosystemu rzecznego  
w warunkach silnej antropopresji  
– uwarunkowania i możliwości rekultywacji**



**Zabrze 2022**

**Rzeka Bytomka**  
**Funkcjonowanie ekosystemu rzecznego**  
**w warunkach silnej antropopresji**  
**– uwarunkowania i możliwości rekultywacji**

**INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
OF THE POLISH ACADEMY OF SCIENCES**

**WORKS & STUDIES  
PRACE I STUDIA**

**No. 94**

**Editor-in-Chief  
Czesława Rosik-Dulewska**

INSTYTUT PODSTAW INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

**Maciej Kostecki, Alina Pohl, Malwina Tytla,  
Joanna Kernert**

**Rzeka Bytomka**  
**Funkcjonowanie ekosystemu rzecznego**  
**w warunkach silnej antropopresji**  
**– uwarunkowania i możliwości rekultywacji**

ZABRZE 2022



## **Podstawa prawna wykonania opracowania**

Badania limnologiczne rzeki Bytomki w celu określenia możliwości i sposobu poprawy stanu ekologicznego tego cieką przeprowadzono na zlecenie Urzędu Miasta Zabrze.

Podstawą prawną wykonania badań jest umowa nr CRU/1943/2017, zawarta w dniu 11.09.2017 r. w Zabrzu, pomiędzy Miastem Zabrzu z siedzibą władz w Urzędzie Miejskim przy ul. Powstańców Śląskich 5–7, 41-800 Zabrze, (NIP 6482743351), a Instytutem Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrzu, 41-819 Zabrze, ul. Marii Skłodowskiej-Curie 34, (NIP 6480006720, Regon 000558009).

Pracę opiniowali do druku:

Prof. Michał Bodzek

Prof. Julita Dunalska

Redakcja WORKS & STUDIES – PRACE I STUDIA

Archives of Environmental Protection

Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska

Polskiej Akademii Nauk

ul. M. Skłodowskiej-Curie 34, 41-819 Zabrze, Poland

Tel. : +48-32-271 64 81 Fax: +48-32-271 74 70

e-mail: aep@ipispan.edu.pl

Redakcja i korekta: Jerzy Szdzuj

Fotografia na okładce: Maciej Kostecki

© Copyright by Institute of Environmental Engineering of the Polish Academy of Sciences,  
Zabrze, Poland 2022

PL ISSN 0208-4112

ISBN 978-83-60877-22-7



**DOFINANSOWANO ZE ŚRODKÓW WOJEWÓDZKIEGO FUNDUSZU  
OCHRONY ŚRODOWISKA I GOSPODARKI WODNEJ W KATOWICACH**

Treści zawarte w publikacji nie stanowią oficjalnego stanowiska organów  
Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach.

Skład, druk i oprawa: Oficyna Drukarska – Jacek Chmielewski  
01-142 Warszawa, ul. Sokołowska 12A, tel. +48 22 632 83 52  
info@oficyna-drukarska.pl, www.oficyna-drukarska.pl

# Spis treści

|   |    |
|---|----|
| Podstawa prawna wykonania opracowania .....                                       | 4  |
| Spis tabel .....  | 9  |
| Spis rysunków .....   | 11 |
| 1. Wprowadzenie .....   | 15 |
| 1.1. Koncepcja realizacji zadania .....   | 16 |
| 2. Obiekt badań .....   | 17 |
| 2.1. Charakterystyka rzeki Bytomki i jej zlewni .....                             | 17 |
| 2.1.1. Analiza fizjograficzna zlewni .....  | 17 |
| 2.1.1.1. Położenie przestrzenne, morfometria i rzeźba terenu .....                | 17 |
| 2.1.1.2. Litologia podłoża, pokrycie i użytkowanie terenu .....                   | 18 |
| 2.1.1.3. Struktura hydrogeologiczna .....   | 19 |
| 2.1.1.4. Charakterystyka hydrologiczna .....                                      | 20 |
| 2.1.1.5. Literatura do rozdziału .....  | 22 |
| 2.1.2. Ukształtowanie wysokościowe koryta rzeki .....                             | 23 |
| 2.1.2.1. Profil wysokościowy .....  | 23 |
| 2.1.2.2. Natężenie przepływu wody .....   | 23 |
| 2.1.2.3. Literatura do rozdziału .....  | 26 |
| 3. Metodyka badań .....   | 27 |
| 3.1. Stanowiska pobierania prób .....   | 27 |
| 3.2. Zakres prac i analiz .....   | 27 |
| 3.2.1. Analizy wody .....   | 28 |
| 3.2.2. Analiza osadów dennych .....   | 28 |
| 3.3. Metody analityczne .....   | 28 |
| 4. Ocena stanu/potencjału ekologicznego rzeki Bytomki .....                       | 33 |
| 4.1. Literatura do rozdziału .....  | 34 |
| 5. Źródła zanieczyszczenia wód rzeki Bytomki .....                                | 35 |
| 5.1. Wody opadowe i roztopowe .....   | 35 |
| 5.1.1. Wody opadowe i roztopowe doprowadzane do rzeki Bytomki – Bytom .....       | 37 |
| 5.1.2. Wody opadowe i roztopowe doprowadzane do rzeki Bytomki – Ruda Śląska ..... | 41 |
| 5.1.3. Wody opadowe i roztopowe doprowadzane do rzeki Bytomki – Zabrze .....      | 43 |
| 5.1.4. Literatura do rozdziału .....  | 52 |
| 5.2. Ścieki komunalne .....   | 60 |

|   |     |
|---|-----|
| 5.2.1. Oczyszczalnia ścieków Miechowice – Bytom. ....                         | 61  |
| 5.2.2. Oczyszczalnia ścieków Bobrek – Bytom. ....                             | 62  |
| 5.2.3. Oczyszczalnia ścieków Orzegów – Ruda Śląska. ....                      | 64  |
| 5.2.4. Oczyszczalnia ścieków Śródmieście – Zabrze. ....                       | 65  |
| 5.2.5. Oczyszczalnia ścieków Mikulczyce – Zabrze. ....                        | 69  |
| 5.2.6. Literatura do rozdziału. ....  | 71  |
| 5.3. Ścieki pochodzące z przemysłu. ....                                      | 73  |
| 5.3.1. Literatura do rozdziału. ....  | 76  |
| 6. Wyniki badań. ....   | 79  |
| 6.1. Stosunki termiczno-tlenowe. ....   | 79  |
| 6.1.1. Temperatura wody. ....   | 79  |
| 6.1.2. Stężenie tlenu rozpuszczonego w wodzie. ....                           | 80  |
| 6.1.3. Nasylenie wody tlenem. ....  | 81  |
| 6.2. Badania hydrochemiczne wody rzeki Bytomki – wskaźniki jakości wody. .... | 82  |
| 6.2.1. pH wody. ....  | 82  |
| 6.2.2. Wskaźniki tlenowe. ....  | 83  |
| 6.2.2.1. Biochemiczne Zapotrzebowanie Tlenu – BZT <sub>5</sub> . ....         | 83  |
| 6.2.2.2. Chemiczne zapotrzebowanie tlenu – ChZT. ....                         | 84  |
| 6.2.2.3. Węgiel organiczny rozpuszczony. ....                                 | 85  |
| 6.3. Związki azotowe. ....  | 86  |
| 6.3.1. Azot azotanowy. ....   | 86  |
| 6.3.2. Azot azotynowy. ....   | 87  |
| 6.3.3. Azot amonowy. ....   | 88  |
| 6.3.4. Azot organiczny. ....  | 89  |
| 6.3.5. Azot ogólny. ....  | 89  |
| 6.4. Związki fosforu. ....  | 91  |
| 6.4.1. Fosfor ortofosforanowy. ....   | 91  |
| 6.4.2. Fosfor ogólny. ....  | 92  |
| 6.5. Wskaźniki zasolenia wody. ....   | 93  |
| 6.5.1. Twardość ogólna. ....  | 93  |
| 6.5.2. Zasadowość. ....   | 94  |
| 6.5.3. Stężenie jonów wapniowych. ....  | 95  |
| 6.5.4. Stężenie jonów magnezowych. ....                                       | 96  |
| 6.5.5. Stężenie jonów chlorkowych. ....                                       | 97  |
| 6.5.6. Stężenie jonów siarczanowych. ....                                     | 98  |
| 6.5.7. Stężenie substancji rozpuszczonych. ....                               | 99  |
| 6.5.8. Przewodnictwo właściwe wody. ....                                      | 100 |
| 6.5.9. Zawiesina ogólna. ....   | 101 |
| 7. Ładunki wybranych zanieczyszczeń w wodzie rzeki Bytomki. ....              | 103 |
| 7.1. Związki azotu. ....  | 103 |
| 7.1.1. Ładunki azotu azotanowego. ....  | 103 |
| 7.1.2. Ładunki azotu azotynowego. ....  | 104 |
| 7.1.3. Ładunki azotu amonowego. ....  | 105 |
| 7.1.4. Ładunki azotu organicznego. ....                                       | 105 |
| 7.1.5. Ładunki azotu ogólnego. ....   | 106 |

|   |     |
|---|-----|
| 7.2. Związki fosforu . . . . .  | 107 |
| 7.2.1. Ładunki fosforu ortofosforanowego . . . . .  | 107 |
| 7.2.2. Ładunki fosforu ogólnego . . . . .   | 108 |
| 7.3. Ładunki węgla organicznego . . . . .   | 109 |
| 7.4. Wskaźniki tlenowe . . . . .  | 109 |
| 7.4.1. Ładunki Biochemicznego Zapotrzebowania Tlenu (BZT <sub>5</sub> ) . . . . .               | 109 |
| 7.4.2. Ładunki Chemicznego Zapotrzebowania Tlenu (ChZT) . . . . .                               | 110 |
| 7.5. Ładunki wskaźników zasolenia . . . . .   | 111 |
| 7.5.1. Ładunki chlorków . . . . .   | 111 |
| 7.5.2. Ładunki siarczanów . . . . .   | 112 |
| 7.5.3. Ładunki wapnia . . . . .   | 113 |
| 7.5.4. Ładunki magnezu . . . . .  | 113 |
| 7.5.5. Ładunki ogólne substancji rozpuszczonych w wodzie . . . . .                              | 114 |
| 7.5.6. Ładunki zawiesiny w wodzie . . . . .   | 116 |
| 8. Zawiesina i osady dennne . . . . .   | 119 |
| 8.1. Materia organiczna w osadach dennnych . . . . .  | 120 |
| 8.2. Granulometria osadów . . . . .   | 121 |
| 8.3. Badania opadalności osadów dennnych . . . . .  | 125 |
| 8.4. Podsumowanie . . . . .   | 130 |
| 8.5. Literatura do rozdziału . . . . .  | 131 |
| 9. Zanieczyszczenia trwałe . . . . .  | 133 |
| 9.1. Metale ciężkie . . . . .   | 133 |
| 9.1.1. Metale w wodzie rzeki Bytomki . . . . .  | 133 |
| 9.1.2. Metale w osadach dennnych . . . . .  | 140 |
| 9.2. Zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w wodzie rzeki Bytomki . . . . . | 146 |
| 9.3. Zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w osadach dennnych . . . . .     | 149 |
| 9.4. Zawartość polichlorowanych bifenyli w wodzie rzeki Bytomki . . . . .                       | 152 |
| 9.5. Zawartość polichlorowanych bifenyli w osadach dennnych . . . . .                           | 153 |
| 9.6. Literatura do rozdziału: . . . . .   | 157 |
| 10. Badania stanu sanitarnego rzeki Bytomki . . . . .   | 159 |
| 10.1. Ogólna charakterystyka problemu sanitarnego stanu wód . . . . .                           | 159 |
| 10.2. Charakterystyka drobnoustrojów uwzględnionych w badaniach . . . . .                       | 160 |
| 10.2.1. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> – pałeczka ropy błękitnej . . . . .                       | 160 |
| 10.2.2. <i>Clostridium perfringens</i> – laseczka zgorzeli gazowej . . . . .                    | 160 |
| 10.2.3. Bakterie grupy coli . . . . .   | 161 |
| 10.2.4. <i>Escherichia coli</i> – pałeczka okrężnicy . . . . .                                  | 161 |
| 10.2.5. Enterokoki kałowe . . . . .   | 162 |
| 10.2.6. Ogólna liczba mikroorganizmów w 22°C po 72 h . . . . .                                  | 162 |
| 10.3. Wyniki . . . . .  | 162 |
| 10.3.1. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> . . . . .   | 163 |
| 10.3.2. Bakterie z grupy coli . . . . .   | 163 |
| 10.3.3. <i>Escherichia coli</i> . . . . .   | 164 |
| 10.3.4. <i>Clostridium perfringens</i> – laseczka zgorzeli gazowej . . . . .                    | 165 |
| 10.3.5. Enterokoki kałowe . . . . .   | 166 |

|  |     |
|--|-----|
| 11. Podsumowanie .....   | 169 |
| 12. Wnioski .....  | 177 |
| Załączniki .....   | 179 |
| Załącznik 1 .....  | 179 |
| Załącznik 2. Poglądowa Dokumentacja fotograficzna – wybrane fragmenty<br>rzeki Bytomki ..... | 181 |

## Spis tabel

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1. Lokalizacja stanowisk pomiarowych na rzece Bytomce . . . . .  | 27 |
| Tabela 2. Normy i procedury badawczych zastosowane w badaniu wód rzeki Bytomki . . . . .  | 29 |
| Tabela 3. Normy i procedury badawcze zastosowane w badaniu osadów rzeki Bytomki . . . . .   | 30 |
| Tabela 4. Ocena stanu ekologicznego rzeki Bytomki na podstawie badań prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska [3, 4] . . . .  | 34 |
| Tabela 5. Urządzenia do oczyszczania i podczyszczania ścieków deszczowych [9] . . . . .   | 36 |
| Tabela 6. Informacje na temat wód opadowych i roztopowych wprowadzanych do rzeki Bytomki i jej dopływów na terenie miasta Bytom, na podstawie materiałów udostępnionych przez Urząd Miejski w Bytomiu [11–40] . . .                               | 38 |
| Tabela 7. Lokalizacja wylotów wód deszczowych i roztopowych na terenie gminy miejskiej Ruda Śląska [41] . . . . .   | 41 |
| Tabela 8. Charakterystyka zlewni rzeki Bytomki, na podstawie operatu wodno-prawnego, maj 2015 roku [41] . . . . .   | 41 |
| Tabela 9. Charakterystyczne przepływy wód deszczowych dla wylotu w rejonie tacji paliw . . . . .  | 42 |
| Tabela 10. Charakterystyka zlewni rzeki Bytomki – oddziaływanie wód deszczowych i roztopowych na wody tego odbiornika [45, 46] . . . . .  | 44 |
| Tabela 11. Informacje na temat wód opadowych i roztopowych wprowadzanych do rzeki Bytomki na terenie miasta Zabrze, na podstawie operatów wodno-prawnych z lipca 2016 roku [45, 46] . . . . .   | 47 |
| Tabela 12. Stężenia zanieczyszczeń i obliczone ładunki zanieczyszczeń w wodach opadowych przed zrzutem do odbiornika, na podstawie sprawozdania z badań przeprowadzonego przez SGS Polska Sp. z o.o., Pszczyna październik 2016 r. [14] . . . . . | 50 |
| Tabela 13. Oczyszczalnie ścieków odprowadzające oczyszczone ścieki do rzeki Bytomki . . . . .   | 60 |
| Tabela 14. Oczyszczalnia ścieków Miechowice – procent redukcji zanieczyszczeń [1] . . . . .   | 62 |
| Tabela 15. Oczyszczalnia ścieków Bobrek – procent redukcji zanieczyszczeń [1] . . . . .   | 63 |
| Tabela 16. Oczyszczalnia ścieków Orzegów – procent redukcji zanieczyszczeń [12] . . . . .   | 65 |



|   |     |
|---|-----|
| Tabela 17. Oczyszczalnia ścieków Śródmieście – procent redukcji zanieczyszczeń [16] .....   | 66  |
| Tabela 18. Wyniki pomiarów parametrów jakości rzeki Bytomki powyżej i poniżej wylotu ścieków oczyszczonych w latach 2015–2016 .....                 | 68  |
| Tabela 19. Oczyszczalnia ścieków Mikulczyce – procent redukcji zanieczyszczeń [21] .....  | 70  |
| Tabela 20. Ścieki z zakładów przemysłowych [1–8] .....  | 74  |
| Tabela 21. Klasyfikacja wód rzeki Bytomki pod kątem zanieczyszczenia wybranymi metalami, dla próbek pobranych w lipcu 2017 r. ....                  | 135 |
| Tabela 22. Klasyfikacja wód rzeki Bytomki pod kątem zanieczyszczenia wybranymi metalami, dla próbek pobranych we wrześniu 2017 r. ....              | 137 |
| Tabela 23. Klasy czystości osadów dennych na podstawie kryteriów geochemicznych [3] .....   | 140 |
| Tabela 24. Klasyfikacja osadów dennych rzeki Bytomki pod kątem zanieczyszczenia wybranymi metalami, dla próbek pobranych w lipcu 2017 r. ...        | 142 |
| Tabela 25. Klasyfikacja osadów dennych rzeki Bytomki pod kątem zanieczyszczenia wybranymi metalami, dla próbek pobranych we wrześniu 2017 r. ....   | 143 |
| Tabela 26. Klasyfikacja wody pobranej z rzeki Bytomki pod kątem zanieczyszczenia wybranymi WWA, dla próbek pobranych w lipcu 2017 r. ....           | 147 |
| Tabela 27. Klasyfikacja wody pobranej z rzeki Bytomki pod kątem zanieczyszczenia wybranymi WWA, dla próbek pobranych we wrześniu 2017 r. ....       | 148 |
| Tabela 28. Klasyfikacja ekotoksykologiczna osadów dennych rzeki Bytomki ...   | 149 |
| Tabela 29. Klasyfikacja osadów dennych rzeki Bytomki pod kątem zanieczyszczenia wybranymi WWA, dla próbek pobranych w lipcu 2017 r. ....            | 150 |
| Tabela 30. Klasyfikacja osadów dennych rzeki Bytomki pod kątem zanieczyszczenia wybranymi WWA, dla próbek pobranych we wrześniu 2017 r. ....        | 151 |
| Tabela 31. Klasyfikacja osadów dennych rzeki Bytomki pod kątem zanieczyszczenia wybranymi PCB, dla próbek pobranych w lipcu i wrześniu 2017 r. .... | 154 |
| Tabela 32. Najważniejsze problemy z punktu widzenia rekultywacji rzeki Bytomki .....  | 174 |

## Spis rysunków

|  |    |
|--|----|
| Rysunek 1. Rodzaj pokrycia terenu w zlewni rzeki Bytomki RW 6000611649 [8] .....   | 18 |
| Rysunek 2. Główne Zbiorniki Wód Podziemnych w rejonie zlewni rzeki Bytomki [10] .....  | 19 |
| Rysunek 3. Rzeka Bytomka na tle Jednolitych Części Wód Podziemnych w obszarze RZGW w Gliwicach [12] .....  | 20 |
| Rysunek 4. Przynależność rzeki Bytomki do Jednolitych Części Wód Powierzchniowych na tle JCWP leżących w obszarze RZGW w Gliwicach [7] .....                           | 21 |
| Rysunek 5. Profil wysokościowy rzeki Bytomki .....   | 23 |
| Rysunek 6. Natężenie przepływu wody w rzece Bytomce – 2017 r. ....   | 24 |
| Rysunek 7. Współzależność pomiędzy spadkiem terenu a natężeniem przepływu wody w rzece. Bytomce – lipiec 2017 r. niski stan wody .....                                 | 24 |
| Rysunek 8. Współzależność między spadkiem terenu a natężeniem przepływu wody w rzece Bytomce – sierpień 2017 r. niski stan wody .....                                  | 25 |
| Rysunek 9. Współzależność pomiędzy nachyleniem spadku terenu a natężeniem przepływu wody w rzece Bytomce – wrzesień 2017 r. wysoki stan wody .....                     | 25 |
| Rysunek 10. Profile termiczne wody rzeki Bytomki – 2017 r. ....  | 79 |
| Rysunek 11. Stężenie tlenu w wodzie rzeki Bytomki .....  | 80 |
| Rysunek 12. Nasycenie tlenem wody rzeki Bytomki – 2017 r. ....   | 81 |
| Rysunek 13. pH wody rzeki Bytomki – 2017 r. ....   | 82 |
| Rysunek 14. Stężenie BZT-5 w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ....   | 83 |
| Rysunek 15. Stężenie ChZT w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ....  | 84 |
| Rysunek 16. Stężenie węgla organicznego w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ...   | 85 |
| Rysunek 17. Współzależność między ChZT i BZT <sub>5</sub> (A), oraz między BZT <sub>5</sub> , a stężeniem węgla organicznego (B) w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. .... | 86 |
| Rysunek 18. Stężenie azotu azotanowego w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ....   | 87 |
| Rysunek 19. Stężenie azotu azotynowego w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ...  | 87 |
| Rysunek 20. Stężenie azotu amonowego w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ....   | 88 |
| Rysunek 21. Stężenie azotu organicznego w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ...   | 89 |
| Rysunek 22. Stężenie azotu organicznego w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ...   | 90 |
| Rysunek 23. Współzależności pomiędzy A) stężeniem azotu azotanowego i stężeniem azotu azotynowego oraz pomiędzy B) stężeniem azotu azoty-                              |    |

|   |     |
|---|-----|
| nowego i stężeniem azotu organicznego w wodzie rzeki Bytomki .....  | 90  |
| Rysunek 24. Stężenia fosforu ortofosforanowego w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ....                          | 91  |
| Rysunek 25. Stężenia fosforu ogólnego w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ....                                   | 92  |
| Rysunek 26. Współzależność między stężeniem $P-PO_4$ , a stężeniem Pog. w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. .... | 92  |
| Rysunek 27. Zmiany twardości ogólnej wody rzeki Bytomki – 2017 r. ....  | 93  |
| Rysunek 28. Stężenie zasadowości wody w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ....                                   | 94  |
| Rysunek 29. Stężenie jonów wapniowych w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ...                                    | 95  |
| Rysunek 30. Stężenie jonów magnezowych w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ....                                  | 96  |
| Rysunek 31. Stężenie jonów chlorkowych w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ...                                   | 97  |
| Rysunek 32. Stężenie jonów siarczanowych w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ...                                 | 98  |
| Rysunek 33. Ogólne stężenie substancji rozpuszczonych w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ....                   | 99  |
| Rysunek 34. Stężenie substancji mineralnych w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ...                              | 99  |
| Rysunek 35. Stężenie substancji lotnych w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ....                                 | 100 |
| Rysunek 36. Przewodnictwo właściwe wody rzeki Bytomki – 2017 r. ....  | 100 |
| Rysunek 37. Stężenie zawiesiny w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ....  | 101 |
| Rysunek 38. Ładunki azotu azotanowego w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r. ....                        | 103 |
| Rysunek 39. Ładunki azotu azotynowego w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r. ....                        | 104 |
| Rysunek 40. Ładunki azotu amonowego w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r. ....                          | 105 |
| Rysunek 41. Ładunki azotu organicznego w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r. ....                       | 106 |
| Rysunek 42. Ładunki azotu ogólnego w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r. ....                           | 107 |
| Rysunek 43. Ładunki fosforu o-fosforanowego profil podłużny Rzeki Bytomki – 2017 r. ....                      | 107 |
| Rysunek 44. Ładunki fosforu ogólnego w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r. ....                         | 108 |
| Rysunek 45. Ładunki węgla organicznego w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r. ....                       | 109 |
| Rysunek 46. Ładunki $BZT_5$ w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r. ....                                  | 110 |
| Rysunek 47. Ładunki $ChZT$ w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r. ....                                   | 111 |
| Rysunek 48. Ładunki chlorków w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r. ...                                  | 111 |
| Rysunek 49. Ładunki siarczanów w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r. ...                                | 112 |
| Rysunek 50. Ładunki wapnia w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r. ....                                   | 113 |
| Rysunek 51. Ładunki magnezu w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r. ...                                   | 114 |
| Rysunek 52. Ładunki ogólne substancji rozpuszczonych w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r. ....         | 115 |
| Rysunek 53. Ładunki substancji rozpuszczonych mineralnych – w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r. ....  | 115 |

|  |     |
|--|-----|
| Rysunek 54. Ładunki substancji rozpuszczonych lotnych – w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r. ....                         | 115 |
| Rysunek 55. Ładunki zawiesiny w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r. ....   | 116 |
| Rysunek 56. Schemat podziału zawiesin w wodach naturalnych [1] ....  | 119 |
| Rysunek 57. Zawartość materii organicznej w zawieszynie i osadach dennych rzeki Bytomki – 2017 r. ....                           | 121 |
| Rysunek 58. Prędkość liniowa przepływu wody w rzece Bytomce – 2017 r. ....   | 122 |
| Rysunek 59. Udział frakcji < 2,5 µm w powierzchniowej warstwie osadów dennych – 2017 r. ....                                     | 122 |
| Rysunek 60. Udział frakcji 2,5–5 µm w powierzchniowej warstwie osadów dennych – 2017 r. ....                                     | 123 |
| Rysunek 61. Udział frakcji 5–10 µm w powierzchniowej warstwie osadów dennych – 2017 r. ....                                      | 123 |
| Rysunek 62. Udział frakcji 10–50 µm w powierzchniowej warstwie osadów dennych – 2017 r. ....                                     | 123 |
| Rysunek 63. Udział frakcji 50–100 µm w powierzchniowej warstwie osadów dennych – 2017 r. ....                                    | 124 |
| Rysunek 64. Udział frakcji granulometrycznych zawiesin w rzece Bytomce przy niskim i wysokim stanie wody – wartości średnie .... | 125 |
| Rysunek 65. Opadalność zawiesin – rzeka Bytomka pkt 1. ....  | 126 |
| Rysunek 66. Opadalność zawiesin – rzeka Bytomka pkt 2. ....  | 126 |
| Rysunek 67. Opadalność zawiesin – rzeka Bytomka pkt 3. ....  | 126 |
| Rysunek 68. Opadalność zawiesin – rzeka Bytomka pkt 4. ....  | 127 |
| Rysunek 69. Opadalność zawiesin – rzeka Bytomka pkt 5. ....  | 127 |
| Rysunek 70. Opadalność zawiesin – rzeka Bytomka pkt 6. ....  | 127 |
| Rysunek 71. Opadalność zawiesin – rzeka Bytomka pkt 7. ....  | 128 |
| Rysunek 72. Opadalność zawiesin – rzeka Bytomka pkt 8. ....  | 128 |
| Rysunek 73. Stężenie żelaza w wodzie rzeki Bytomki w lipcu i wrześniu 2017 r. ....   | 139 |
| Rysunek 74. Stężenie cynku (Zn) w wodzie rzeki Bytomki w lipcu i wrześniu 2017 r. ....   | 139 |
| Rysunek 75. Stężenie rtęci w osadach dennych rzeki Bytomki – 2017 r. ....  | 144 |
| Rysunek 76. Stężenie niklu (Ni) w osadach dennych rzeki Bytomki – 2017 r. ...  | 144 |
| Rysunek 77. Stężenie kadmu w osadach dennych rzeki Bytomki – 2017 r. ....  | 145 |
| Rysunek 78. Stężenie żelaza w osadach rzeki Bytomki w lipcu i wrześniu 2017 r. ....  | 145 |
| Rysunek 79. Stężenie sumy 16 oznaczanych WWA w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ....   | 146 |
| Rysunek 80. Stężenie sumy 16 oznaczanych WWA w osadach dennych rzeki Bytomki – 2017 r. ....                                      | 152 |
| Rysunek 81. Stężenie sumy 7 wskaźnikowych kongenerów PCB w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ....                                   | 153 |
| Rysunek 82. Stężenie sumy 7 wskaźnikowych kongenerów PCB w osadach dennych – 2017 r. ....  | 155 |

|  |     |
|--|-----|
| Rysunek 83. Procentowy udział kongenerów PCB w próbkach osadów dennych – lipiec 2017 r. ....               | 155 |
| Rysunek 84. Procentowy udział kongenerów PCB w osadach dennych – wrzesień – 2017 r. ....                   | 156 |
| Rysunek 85. Liczba bakterii <i>Pseudomonas aeruginosa</i> w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ....            | 163 |
| Rysunek 86. Najbardziej prawdopodobna liczba bakterii z grupy <i>coli</i> ....                             | 164 |
| Rysunek 87. Najbardziej prawdopodobna liczba bakterii <i>Escherichia coli</i> – rzeka Bytomka 2017 r. .... | 165 |
| Rysunek 88. Liczebność bakterii <i>Clostridium perfringens</i> w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ....       | 165 |
| Rysunek 89. Liczebność enterokoków kałowych w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r. ....                          | 166 |

# 1. Wprowadzenie

Silne zurbanizowanie oraz uprzemysłowienie województwa śląskiego spowodowało, że pod wpływem antropopresji doszło do znacznego zdewastowania środowiska naturalnego, a tym samym do znacznego pogorszenia stanu ekologicznego ekosystemów wodnych, w tym wód płynących.

Wody płynące są głównymi odbiornikami ścieków komunalnych, przemysłowych i opadowych. Przywrócenie pierwotnego stanu w zanieczyszczonym cieku praktycznie nie jest możliwe. Można jednak podejmować wysiłki w celu doprowadzenia ekosystemów wód płynących do stanu akceptowalnego, czyli zrehabilitowanego w stopniu adekwatnym do możliwości osiągnięcia poprawy.

Przykładem cieku znajdującego się pod wpływem silnej antropopresji ze strony przemysłu oraz aglomeracji miejskich jest rzeka Bytomka. Materiały źródłowe podają, że długość rzeki Bytomki wynosi około 20 km, a powierzchnia zlewni to około 150 km<sup>2</sup>. Ciek ten miał swoją strefę źródłiskową na terenie miasta Bytom. Obecnie, ze względu na zabudowę miejską oraz przekształcenia powierzchni ziemi, zlokalizowanie naturalnych źródeł jest nie możliwe. Przyпуска się, że źródłem rzeki są słone wody z odwadniania dawnych wyrobisk kopalni „Bytom Centrum”, „Dymitrow” i „Rozbark”. Pierwszy, górny odcinek rzeki stanowi tzw. Rów Karbowski. Rzędna terenu w tym rejonie wynosi 250 m n.p.m. Rów ten jest odbiornikiem ścieków miejskich i przemysłowych. Dalsze odcinki biegu rzeki prowadzą przez centrum miasta Bytom, przez tereny miasta Ruda Śląska, następnie przez miasto Zabrze, aż do obrzeży Gliwic, gdzie rzeka Bytomka uchodzi do rzeki Kłodnicy. Dane archiwalne podają, że rzędna w miejscu ujścia rzeki wynosi 223 m n.p.m. Średni spadek rzeki Bytomki określany jest (w zależności od źródła literaturowego) na 3,2‰ do nawet 6‰. Na całym swoim biegu Bytomka przepływa przez obszar silnie zurbanizowany, niemal na całej długości jej koryto jest uszczelnione kamiennym brukiem lub ujęte w betonowy żłób. Jedynie niewielki odcinek rzeki między Rudą Śląską i Bytomiem przepływa przez dolinę porośniętą trzcinowiskiem.

Rzeka posiada bardzo ubogą sieć dopływów wód powierzchniowych. Zasilana jest głównie przez wody kopalniane, zrzuty ścieków z zakładów przemysłowych, ścieki komunalne i wody deszczowe. Naturalny reżim hydrologiczny rzeki został, w wyniku zabudowy miejskiej, całkowicie zmieniony.

Miasta znajdujące się w sąsiedztwie rzeki Bytomki są zaopatrywane w wodę transferowaną spoza zlewni. Jedynie niewielka ilość wody do celów



komunalnych pochodzi z ujęć miejscowych. Woda dostarczana spoza zlewni zostaje zużyta w gospodarstwach domowych, zakładach przemysłowych i już jako ścieki (lepiej lub gorzej oczyszczone) wprowadzona do rzeki Bytomki. Ścieki te stanowią, jak się szacuje 80–90% jej średniego przepływu.

## 1.1. Koncepcja realizacji zadania

Jak wspomniano, rzeka Bytomka stanowi swoisty „łącznik” dla trzech, sąsiadujących ze sobą miast Bytom – Ruda Śląska i Zabrze. Z tego powodu w prowadzonych badaniach przyjęto koncepcję „administracyjną”. Istota tej koncepcji polega na próbie określenia roli poszczególnych miast jako czynników kształtujących, w administracyjnych granicach każdego z nich, jakość wody w łączącym je cieku.

W badaniach podjęto próbę określenia udziału poszczególnych „obszarów administracyjnych” wytyczonych przez „granice miast” w bilansie hydrologicznym rzeki Bytomki, w bilansie poszczególnych zanieczyszczeń, z uwzględnieniem bilansu masowego zawiesin.

Zawiesiny wprowadzane do wód płynących stanowią główne zagrożenie dla ich stanu ekologicznego. Wynika to z ich własności fizycznych, a także z zawartych w nich zanieczyszczeń. Osadzanie niesionych z wodą zawiesin ma miejsce w rzekach, na odcinkach o mniejszym spadku koryta i mniejszej prędkości liniowej przepływu wody.

W roku hydrologicznym występują niskie stany wody (lato), oraz stany wysokie. Podczas niskiego natężenia przepływu następuje osadzanie zawiesin i odkładanie ich w postaci osadów dennych. W okresie wezbrań następuje uniesienie osadów i przemieszczanie ich w dół cieku. Zjawiska powyższe występują na wszystkich ciekach, niezależnie od ich wielkości, mają zatem charakter „zlewniowy”.

W celu wskazania możliwości doprowadzenia rzeki Bytomki do stanu społecznej akceptowalności rozpoczęto badania, których rezultaty przedstawiono w niniejszym opracowaniu.

## **2. Obiekt badań**

Obiektem badań była rzeka Bytomka. Ciek ten wchodzi w skład dorzecza rzeki Kłodnicy, znajdującego się w zlewisku rzeki Odry. Rzeka Bytomka przepływa przez tereny administracyjne trzech, sąsiadujących ze sobą miast Bytomia, Rudy Śląskiej i Zabrze. Swoją bieg kończy uchodząc na obrzeżach miasta Gliwice do rzeki Kłodnicy. Stanowi swoisty „łącznik” dla trzech aglomeracji miejskich będąc odbiornikiem spływów powierzchniowych, ścieków przemysłowych i komunalnych z tych terenów

### **2.1. Charakterystyka rzeki Bytomki i jej zlewni**

#### **2.1.1. Analiza fizjograficzna zlewni**

Charakterystyka fizjograficzna zlewni obejmuje: położenie przestrzenne, morfometrię rzeźbę powierzchni terenu, litologię podłoża, pokrycie i użytkowanie terenu, strukturę hydrogeologiczną, sieć hydrograficzną [1].

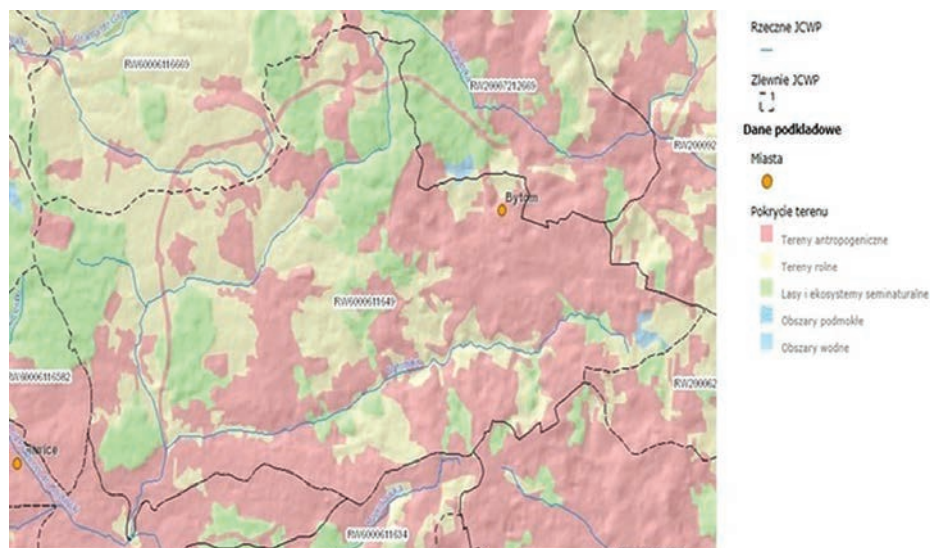
##### **2.1.1.1. Położenie przestrzenne, morfometria i rzeźba terenu**

Rzeka Bytomka wchodzi w skład dorzecza rzeki Kłodnicy, znajdującego się w zlewisku rzeki Odry. Rzeka Bytomka początek swój bierze w okolicy stacji kolejowej Bytom – Karb (Bytomska Woda/Rów Karbowski) na wysokości 273,05 m n.p.m. Dalej płynie przez tereny Rudy Śląskiej, Zabrze i Gliwic, gdzie, w dzielnicy Sośnica, uchodzi do Kłodnicy na wysokości 219,15 m n.p.m. Literatura natomiast podaje różne wartości wysokości nad poziomem morza miejsc, w których Bytomka ma swoje źródła – 250 m n.p.m. [2] i 275 m n.p.m., oraz wysokości na jakiej uchodzi do Kłodnicy – 223 m n.p.m. [3]. Całkowita powierzchnia zlewni Bytomki wynosi ok. 150 km<sup>2</sup> [3, 4] i obejmuje południowe dzielnice Bytomia (Łagiewniki, Szombierki, Bobrek, Karb), północne dzielnice Rudy Śląskiej (Orzegów, Godula, Ruda, Rudzka Kuźnica) oraz Zabrze (Biskupice, Centrum). Geograficznie, według podziału J. Kodrackiego zlewnia rzeki Bytomka leży w prowincji Wyżyny Polskie (34), w podprowincji Wyżyna Śląsko-Krakowska (341), w makroregionie Wyżyna Śląska (341.1) w mezoregionie Wyżyna Katowicka

(341.13) i tylko niewielki fragment w rejonie źródła Potoku Rokitnickiego należy do mezoregionu Garb Tarnogórski (341.12) [5]. Wyżyna Katowicka (341.14) jest środkową częścią Wyżyny Śląskiej na podłożu węglonośnych skał karbońskich. Na skałach karbońskich zalegają dolomity i wapienie środkowego triasu, które od północy i wschodu tworzą zwarte wzniesienia Garbu Tarnogórskiego, ale wyspowo występują również w południowej części Wyżyny Katowickiej i w zrębowym mezoregionie Pagórów Jaworznickich na południowym-wschodzie. W ukształtowaniu powierzchni wyodrębnia się Płaskowyż Bytomsko-Katowicki o wysokości 240–360 m, Zrąb Mikołowski na południu, dochodzący prawie do 350 m, Kotlinę Mysłowicką nad Przemszą i Wysoczyznę Dąbrowską (ponad 300 m) na wschodzie. Miasto Zabrze znajduje się w granicach Płaskowyżu Bytomsko-Katowickiego. Przez teren płaskowyżu przechodzi dział wód Odry i Wisły. Do dorzecza Odry należy Kłodnica z dopływami, do dorzecza Wisły – Przemsza z Brynicą [6]. Średnia roczna suma opadów na omawianym obszarze w wieloleciu 1961–2013 wynosi 720 mm [7].

### 2.1.1.2. Litologia podłoża, pokrycie i użytkowanie terenu

Wyżyna Katowicka charakteryzuje się dużą różnorodnością pokrywy glebowej. Występują tu czarne ziemie, mady, gleby brunatne, płowe, bielcowe i rdzawe. W wyniku długotrwałej działalności człowieka, wytworzyły się na tym terenie także azonalne gleby antropogeniczne [2]. Zlewnia rzeki obejmuje tereny przemysłowe i poprzemysłowe, a na tych terenach naturalne składniki gleb przemieszane są z materiałem obcym.

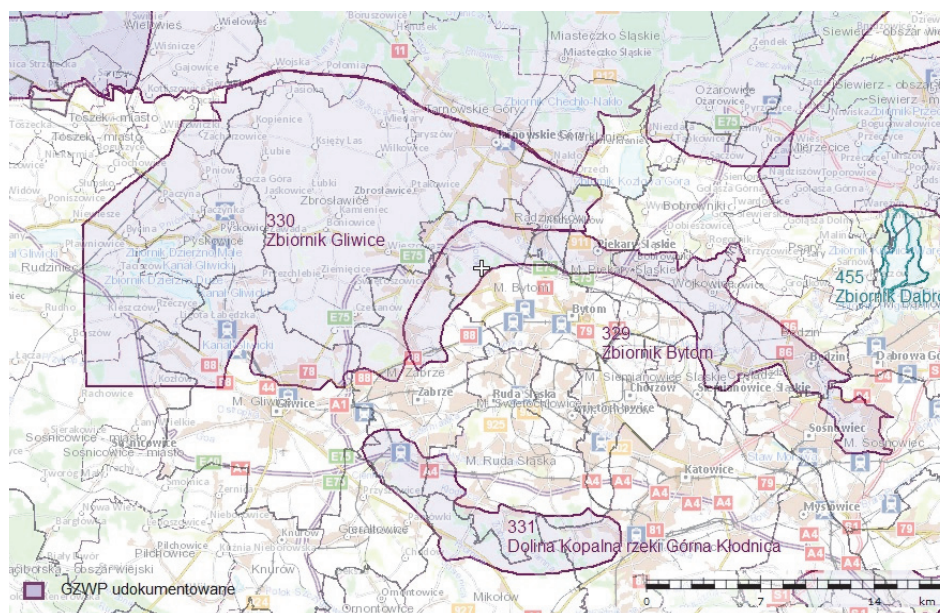


Rysunek 1. Rodzaj pokrycia terenu w zlewni rzeki Bytomki RW 6000611649 [8]

Sposób użytkowania terenu w zlewni Bytomki przedstawia się w następujący sposób: tereny antropogeniczne 49% powierzchni zlewni, tereny użytkowane rolniczo: 28%, obszary leśne i seminaturalne 22%, obszary wodne ok. 1% [7]. Rysunek 1 przedstawia mapę pokrycia terenu zlewni rzeki Bytomki, będącą jednolitą częścią wód powierzchniowych (JCWP nr RW600061164).

### 2.1.1.3. Struktura hydrogeologiczna

Zgodnie z Atlasem Hydrogeologicznym Polski [5] zlewnia rzeki Bytomki znajduje się w śląsko-krakowskim regionie hydrogeologicznym, w subregionie triasu śląskiego. Na obszarze zlewni występują dwa triasowe główne zbiorniki wód podziemnych GZWP Bytom (329) i GZWP Gliwice (330) (rysunek 2). Główne zbiorniki wód podziemnych są to zasobne w wodę struktury geologiczne, będące strategicznymi zasobami wód podziemnych do zaopatrzenia ludności i podstawowych gałęzi gospodarki, które wymagają wysokiej jakości wody. GZWP wymagają zatem szczególnej ochrony stanu chemicznego i ilościowego wód podziemnych, a także kontroli zarządzania ich zasobami [9].



Rysunek 2. Główne Zbiorniki Wód Podziemnych w rejonie zlewni rzeki Bytomki [10]

Obszar zlewni rzeki Bytomki obejmuje dwie Jednolite Części Wód Podziemnych o numerach 130 i 131 (według podziału na 161 JCWPd) lub jedną Jednolitą Część Wód Podziemnych o kodzie PLGW 6000129 (według podziału na 172 JCWPd) (Rysunek 3). Na obszarze tej jednej JCWPd występują

trzy piętra wodonośne: czwartorzędowe, triasowe i karbońskie. Zasilanie wód podziemnych głównych poziomów użytkowych następuje w wyniku infiltracji wód opadowych w obszarze wychodni pięter czwartorzędowego, triasowego i karbońskiego. Prawie cały obszar znajduje się w regionalnym leju depresyjnym wywołanym poprzez dwustuletnią eksploatację węgla kamiennego, lokalnie w północnej części powstały leje lokalne wokół ujęć wód komunalnych [11].

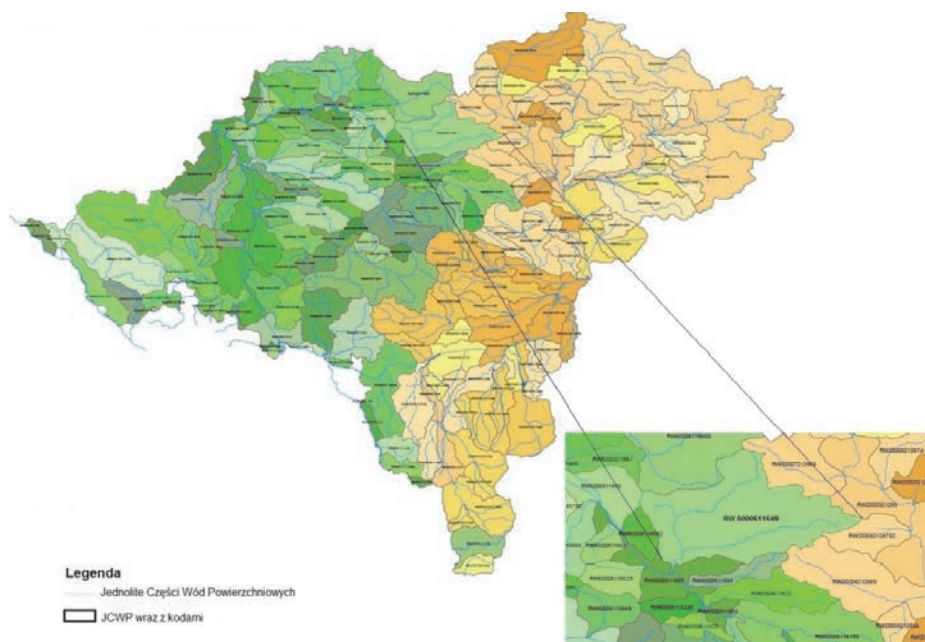


Rysunek 3. Rzeka Bytomka na tle Jednolitych Części Wód Podziemnych w obszarze RZGW w Gliwicach [12]

#### 2.1.1.4. Charakterystyka hydrologiczna

Rzeka Bytomka stanowi drugi największy po rzece Dramie prawobrzeżny dopływ Kłodnicy [3]. Administratorem Bytomki jest Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Gliwicach i przynależy ona do regionu wodnego Górnej Odry. Zgodnie z podziałem na części wód powierzchniowych, obszar zlewni Bytomki obejmuje jedna jednolita część wód powierzchniowych JCWP nr RW6000611649 (Rys.2) typ 6, czyli Potok wyżynny węglanowy z substratem drobnosiarnistym na lessach i lessopodobnych [7].





Rysunek 4. Przynależność rzeki Bytomki do Jednolitych Części Wód Powierzchniowych na tle JCWP leżących w obszarze RZGW w Gliwicach [7]

Bytomka ma 19,2 km długości, a początek swój bierze w okolicy stacji kolejowej Bytom-Karb (Bytomska woda/Rów Karbowski) na wysokości 250 m n.p.m. Dalej płynie przez tereny Rudy Śląskiej, Zabrze i Gliwic, gdzie, w dzielnicy Sośnica, uchodzi do Kłodnicy. Jest bardzo silnie przekształconą rzeką w wyniku wielowiekowej działalności górniczej i przemysłowej oraz urbanizacji zlewni [8]. Bytomka niemal na całej długości jest uregulowana, a jej koryto uszczelnione kamiennym brukiem lub ujęte w betonowy żłób [9]. Jedynie niewielki odcinek rzeki między Rudą Śląską i Bytomiem przepływa przez dolinę porośniętą trzcinowiskiem. Posiada bardzo ubogą sieć rzeczną. Zasilana jest głównie przez wody kopalniane, zrzuty ścieków z zakładów przemysłowych, ścieki komunalne i wody deszczowe [10]. W wyniku działań gminy Bytom niewielki odcinek doliny Bytomki – w dzielnicy Szombierki, został zrewitalizowany.

Na posterunku wodowskazowym zlokalizowanym na 2+84 km rzeki (Gliwice) przepływ średni z wielolecia dla rzeki Bytomki wynosi  $2,52 \text{ m}^3/\text{s}$ , odpływ średni  $90,8 \text{ mln m}^3/\text{rok}$ , natomiast wydajność jednostkowa wynosi  $0,665 \text{ mln m}^3/\text{km}^2$  [11].

Największe prawobrzeżne dopływy Bytomki to Potok Mikulczycki (w początkowym biegu nazywany także potokiem Rokitnickim), rowy: Drzymały i Miechowicki.



Potok Mikulczycki ma długość 14,6 km i wypływa na terenie Lasów Miechowickich, następnie przepływa przez Rokitnice, Grzybowice, Mikulczyce i Maciejów (dzielnice Zabrze), i na terenie Gliwic wpada do Bytomki.

Rów Drzymały to ciek o długości 3,9 km przepływający przez Zabrze-Biskupice. Do Bytomki wpada w 11+322 km jej biegu. Potok ten zasilany jest lewobrzeżnym dopływem z Maciejowa, dopływem w Mikulczycach oraz prawobrzeżnymi dopływami: dopływem spod Górników i dopływem z Szalszy.

Rów Miechowski ma długość 3,5 km, płynie na granicy Bytomia, Zabrze oraz Rudy Śląskiej. Rów uchodzi do Bytomki w 14+208 km jej biegu.

Największymi lewobrzeżnymi dopływami są Potok Graniczny i ciek bez nazwy. Potok Graniczny przepływa przez tereny Świętochłowic, a w dolnym odcinku płynie na granicy Bytomia i Rudy Śląskiej. Ciek bez nazwy, drugi co do wielkości lewostronny dopływ Bytomki, swoje źródła ma w południowo-zachodniej części Bytomia, w okolicach granicy z Siemianowicami Śląskimi [2, 3, 9].

Na obszarze zlewni rzeki Bytomki występują liczne antropogeniczne zbiorniki wodne, powstałe w wyniku osiadania terenu lub w wyrobiskach pokopalniczych.

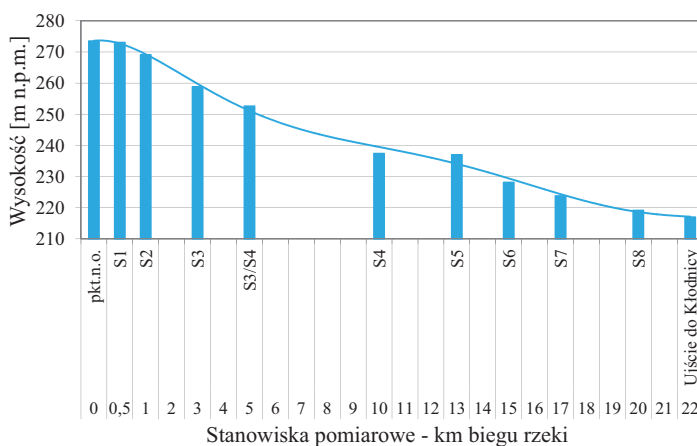
#### 2.1.1.5. Literatura do rozdziału

1. Kondracki J. Geografia regionalna Polski, PWN Warszawa (2008).
2. Aktualizacja Programu ochrony środowiska dla miasta Zabrze do 2016 roku z perspektywą do roku 2020 (2014).
3. Cempiel E., A. Czajkowska, K. Nowińska, M. Pozzi: Przejawy antropopresji w zlewni rzeki Bytomki. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice (2014).
4. Hejduk L., E. Kaznowska (red.): Hydrologia zlewni zurbanizowanych, Monografie Komitetu Gospodarki Wodnej Polskiej Akademii Nauk, **39**, Warszawa (2016).
5. Atlas hydrogeologiczny Polski Cz. II. *Zasoby, jakość i ochrona zwykłych wód podziemnych*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa (1995).
6. <http://www.pgi.gov.pl/> (2018)
7. [http://www.gliwice.rzgw.gov.pl/pl/\(2018\)](http://www.gliwice.rzgw.gov.pl/pl/(2018))
8. Łabaj P., A. Hamerla: *Ocena warunków hydromorfologicznych rzek w zlewniach zurbanizowanych metodą River Habitat Survey*. Prace Naukowe GIG. Górnictwo i Środowisko, **4**, 109–121 (2012).
9. Nocoń W., M. Kostecki: *Hydro-chemical characteristic of the Bytomka river*, Archiwum Ochrony Środowiska. Vol. 31, nr 1, s. 31–42 (2005).
10. Nocoń W., K. Nocoń: *Płynące wody powierzchniowe aglomeracji górnośląskiej – problemy i wyzwania*. LAB Laboratoria, Aparatura, Badania, **16**, 26–31 (2011).
11. [https://www.slaskie.pl/przest\\_plan/ekofiz/2\\_char\\_stanu/3\\_char\\_elem/3\\_6\\_wody%20pow/wody\\_powierz.pdf](https://www.slaskie.pl/przest_plan/ekofiz/2_char_stanu/3_char_elem/3_6_wody%20pow/wody_powierz.pdf) (2018)

## 2.1.2. Ukształtowanie wysokościowe koryta rzeki

### 2.1.2.1. Profil wysokościowy

Rzeka Bytomka charakteryzuje się dość dużym spadkiem. Dane literaturowe podają wartości od 1,8 do 3,2 promille. Na podstawie odczytów z mapy sporządzono profil wysokościowy rzeki Bytomki (rys. 5). Jak widać różnica wysokości pomiędzy najwyższym stanowiskiem (273,5 m n.p.m.), a najniższym (216,97 m n.p.m.) wynosi 56,53 m. Odpowiada to średniemu spadkowi około 2,82 m/km.



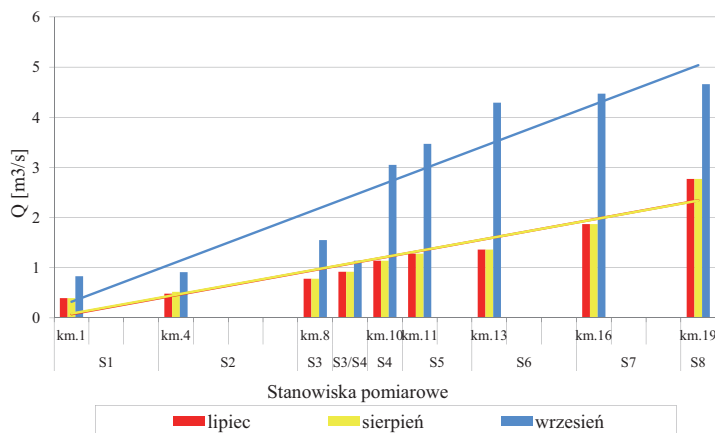
Rysunek 5. Profil wysokościowy rzeki Bytomki]

Na przedstawionym profilu widoczny jest odcinek, na którym nachylenie spadku zmniejsza się. Jest to odcinek, na którym dolina rzeki przechodzi przez teren administracyjny Rudy Śląskiej, od stanowiska przy ulicy Młyn Szombierki do ulicy Hagera w Zabrze. Od tego stanowiska nachylenie koryta rzeki ponownie się zwiększa aż do ujścia do rzeki Kłodnicy.

Przeprowadzone badania wykazały, że ukształtowanie spadku koryta rzeki znajduje powiązanie z wynikami analiz wody i osadów dennych. W dalszych rozdziałach znajdują się odniesienia do uwarunkowań wynikających z ukształtowania profilu podłużnego rzeki. Na uwagę zasługuje wspomniany wyżej odcinek rzeki o zmniejszonym spadku nachylenia.

### 2.1.2.2. Natężenie przepływu wody

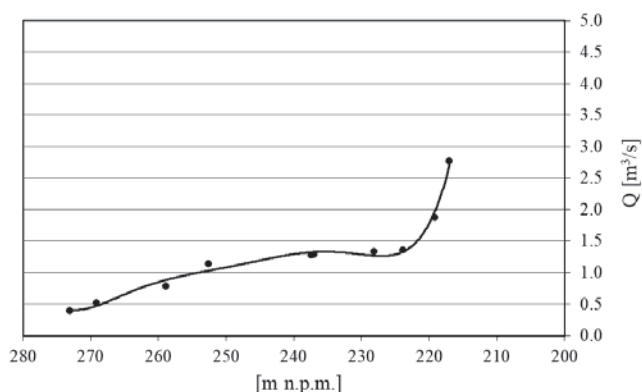
W celu obliczenia ładunków zanieczyszczeń prowadzonych przez rzekę Bytomkę, wykonano trzykrotnie pomiary natężenia przepływu wody (Rys. 6). – w lipcu i sierpniu przy niskim stanie wody, oraz we wrześniu, przy wysokim stanie wody.



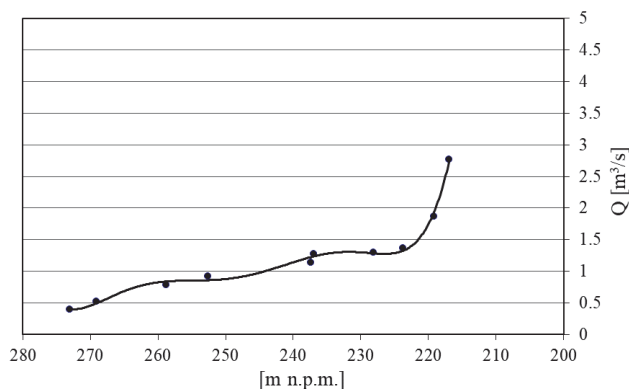
Rysunek 6. Natężenie przepływu wody w rzece Bytomce – 2017 r.

Natężenie przepływu wody w wodach płynących wzrasta wraz z ich długością. Wykonane w lipcu, sierpniu i wrześniu pomiary dostarczyły informacji na temat wielkości natężenia przepływu w różnych warunkach atmosferycznych. W przypadku konkretnych pomiarów wykazano, że przy wysokich stanach wody ilość wody prowadzonej korytem rzeki była około dwukrotnie większa niż w okresie stanów niskich.

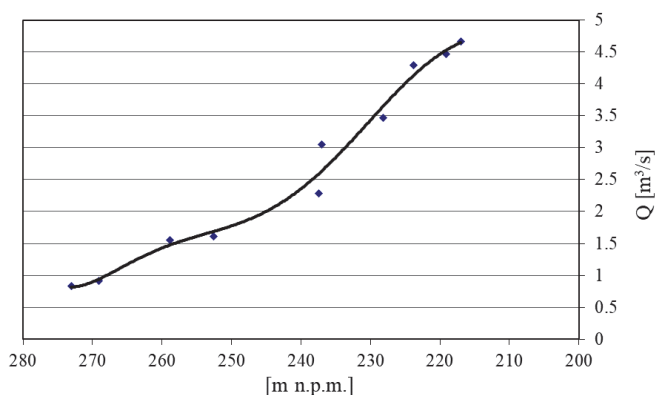
W lipcu i sierpniu 2017 natężenie przepływu wzrastało z  $0,38 \text{ m}^3/\text{s}$  na stanowisku najwyżej usytuowanym punkcie profilu rzeki (Bytom, ul. Towarowa) do  $2,66 \text{ m}^3/\text{s}$  na stanowisku końcowym (ul. Królewskiej Tamy). We wrześniu odnotowano wartości prawie dwukrotnie większe, tj. wzrost natężenia przepływu wynosił od  $0,83 \text{ m}^3/\text{s}$  na stanowisku pierwszym do  $4,66 \text{ m}^3/\text{s}$  na stanowisku końcowym. Na rysunkach 7–9 przedstawiono zależność pomiędzy nachyleniem spadku terenu doliny rzeki Bytomki, a natężeniem przepływu wody.



Rysunek 7. Współzależność pomiędzy spadkiem terenu a natężeniem przepływu wody w rzece Bytomce – lipiec 2017 r. niski stan wody



Rysunek 8. Współzależność między spadkiem terenu a natężeniem przepływu wody w rzece Bytomce – sierpień 2017 r. niski stan wody



Rysunek 9. Współzależność pomiędzy nachyleniem spadku terenu a natężeniem przepływu wody w rzece Bytomce – wrzesień 2017 r. wysoki stan wody

Na uwagę zasługuje fakt, iż przy niskich stanach wody najwyższy przyrost natężenia przepływu wody w rzece ma miejsce na końcowym odcinku rzeki. Najwyższe wartości – około  $1,8 \text{ m}^3/s$  i  $2,7 \text{ m}^3/s$  – odnotowano na stanowisku przy ul. Kondratowicza w Zabrze oraz na stanowisku przy ul. Królewskiej Tamy w Gliwicach. Wzrost natężenia przepływu wody na tym odcinku odzwierciedla zrzut oczyszczonych ścieków z Oczyszczalni Miejskiej Zabrze-Śródmieście.

Z kolei „spłaszczenie” krzywych obrazujących kształtowanie się natężenia przepływu wody na odcinku między stanowiskami w środkowym biegu ciekę wskazują na skutek – wspomnianego wyżej – zmniejszenia nachylenia terenu na tym odcinku.

Przebieg krzywej charakteryzującej wspomniane zależności we wrześniu wskazuje, że mimo znacznego „wyrównania” natężenia przepływu wody w okresie stanu wysokiego, podobnie jak w stanach niskich widoczna jest reak-

cja na zmniejszenie spadku terenu w środkowym biegu rzeki, pomiędzy Rudą Śląską a Zabrzem.

Powyższe spostrzeżenia pozwalają na uznanie środkowego odcinka rzeki jako nieco różniącego się reżimem hydrologicznym od odcinków górnego i dolnego. W dalszych rozdziałach opracowania zostanie wykazany związek pomiędzy warunkami hydrologicznymi, a jakością wody na tym odcinku.

### 2.1.2.3. Literatura do rozdziału

1. Soczyńska U. (red.) Hydrologia dynamiczna. PWN, Warszawa, 40–57 (1997).
2. Cempiel E., A. Czajkowska, K. Nowińska, M. Pozzi: Przejawy antropopresji w zlewni rzeki Bytomki. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice (2014).
3. Nocoń W., M. Kostecki: *Hydro-chemical characteristic of the Bytomka river*. Archiwum Ochrony Środowiska, **31**, 1, 31–42 (2005).
4. Operat wodno-prawny na odprowadzenie wód opadowych i roztopowych wylotami nr W23.6/7, W26.6/7, W32.6/7, W46.6/7, W49.6/7, W51.6/7, W54.6/7, W61.6/7, W62.6/7, W64.6/7, W68.6/7, W70.6/7, W76.6/7, W77.6/7, W80.6/7, W83.6/7, W84.6/7, W85.6/7, W95.6/7, W96.6/7 i W107.6/7 do rzeki Bytomki.
5. Atlas hydrogeologiczny Polski Cz. II. *Zasoby, jakość i ochrona zwykłych wód podziemnych*, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa (1995).
6. Aktualizacja Programu ochrony środowiska dla miasta Zabrze do 2016 roku z perspektywą do roku 2020 (2014).
7. Hejduk L., E. Kaznowska (red.): Hydrologia zlewni zurbanizowanych, Monografie Komitetu Gospodarki Wodnej Polskiej Akademii Nauk, 39, Warszawa (2016).
8. <http://geoportal.kzgw.gov.pl/imap/>
9. <http://www.pgi.gov.pl/aktualnosci/display/9309-glowne-zbiorniki-wod-podziemnych-gzwp.html>
10. <http://epsh.pgi.gov.pl/epsh/>
11. <http://www.pgi.gov.pl/>
12. <http://www.gliwice.rzgw.gov.pl/pl/>
13. Łabaj P., A. Hamerla: *Ocena warunków hydromorfologicznych rzek w zlewniach zurbanizowanych metodą River Habitat Survey*. Prace Naukowe GIG. Górnictwo i Środowisko, **4**, 109–121 (2012).
14. Nocoń W., K. Nocoń: *Płynące wody powierzchniowe aglomeracji górnośląskiej – problemy i wyzwania*. LAB Laboratoria, Aparatura, Badania, **16**, 26–31 (2011).
15. Strona internetowa Bytomskiego Przedsiębiorstwa Komunalnego [http://www.bpk.pl/index.php?jezyk=pl&grupa=9&dzi=1320492494&art=1320534068,&pr=0&id\\_menu=0](http://www.bpk.pl/index.php?jezyk=pl&grupa=9&dzi=1320492494&art=1320534068,&pr=0&id_menu=0).

## 3. Metodyka badań

### 3.1. Stanowiska pobierania prób

W wyniku przeprowadzonych wizji lokalnych wzdłuż biegu rzeki Bytomki, uwzględniając podział administracyjny na tereny należące do miast Bytom, Ruda Śląska, Zabrze i Gliwice wyznaczono następujące stanowiska:

Tabela 1. Lokalizacja stanowisk pomiarowych na rzece Bytomce

| Nr stanowiska pomiarowego | Przybliżona lokalizacja          | Współrzędne geograficzne     | Km biegu rzeki |
|---------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------|
| 1                         | Bytom, ul. Towarowa              | 50°20'37.5"N<br>18°53'46.7"E | 0,0            |
| 2                         | Bytom, ul. Zabrzańska            | 50°20'31.7"N<br>18°54'54.1"E | 1,0            |
| 3                         | Bytom/Ruda Śl., ul. Młyńska      | 50°20'07.1"N<br>18°55'11.9"E | 3,0            |
| 4                         | Ruda Śl./Zabrze ul. Mikosza      | 50°19'15.3"N<br>18°49'58.1"E | 10,0           |
| 5                         | Zabrze, ul. Hagera               | 50°18'41.7"N<br>18°47'54.8"E | 13,0           |
| 6                         | Zabrze, ul. Trocera              | 50°18'34.1"N<br>18°45'59.4"E | 15,0           |
| 7                         | Zabrze, ul. Kondratowicza        | 50°18'30.0"N<br>18°44'27.0"E | 17,0           |
| 8                         | Gliwice,<br>ul. Królewskiej Tamy | 50°17'25.6"N<br>18°42'44.3"E | 20,0           |

### 3.2. Zakres prac i analiz

Zgodnie z przewidzianym harmonogramem i zakresem prac, w okresie od lipca do września 2017 roku wykonano:

- pomiary natężenia przepływu wody rzeki Bytomki, dwukrotnie w warunkach stanu normalnego, jednokrotnie w warunkach stanu wysokiego,
- pomiary temperatur wody rzeki Bytomki w profilu podłużnym i wykonano profile termiczne rzeki,



- pobrano próbki wody rzeki Bytomki w profilu podłużnym, przeprowadzono analizy w zakresie przewidzianym programem badań.
- w profilu podłużnym rzeki wykonano analizy stanu sanitarnego wody,
- w profilu podłużnym rzeki Bytomki pobrano próbki osadów dennych, w których oznaczono przewidziane harmonogramem i zakresem prac wskaźniki zanieczyszczeń,
- w profilu podłużnym rzeki Bytomki pobrano próbki zawiesin w odniesieniu do których przeprowadzono badania technologiczne pod kątem określenia możliwości zminimalizowania uciążliwego wpływu zawiesin na stan ekologiczny rzeki, a w szczególności: określono skład granulometryczny zawiesin, określono szybkość opadania zawiesin.

### 3.2.1. Analizy wody

W próbkach wody rzeki Bytomki, pobranych z ww. stanowisk oznaczono następujące wskaźniki: temperaturę, stężenie tlenu rozpuszczonego w wodzie, nasycenie wody tlenem, pH, przewodnictwo wł., azot azotanowy, azot azotynowy, azot amonowy, azot ogólny, azot ogólny Kieldahla, azot organiczny, fosfor fosforanowy, twardość ogólna, biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT<sub>5</sub>), chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT), węgiel całkowity (TC), węgiel nieorganiczny (TI), węgiel organiczny (OC), zasadowość-zm, zasadowość-zp, zawiesina ogólna, substancje rozpuszczone, substancje rozpuszczone lotne, substancje rozpuszczone nietlotne, jony chlorkowe, jony siarczanowe, jony wapniowe, jony magnezowe, jony żelazowe.

Badania stanu sanitarnego wody rzeki objęły następujące wskaźniki: najbardziej prawdopodobna liczba bakterii z grupy coli, najbardziej prawdopodobna liczba *Escherichia coli*, najbardziej prawdopodobna liczba enterokoków kałowych, liczba *Clostridium perfringens*, liczba *Pseudomonas aeruginosa*, ogólna liczba mikroorganizmów w temperaturze 22°C i 36°C.

### 3.2.2 Analiza osadów dennych

W osadach dennych rzeki Bytomki oznaczono: metale (rtęć (Hg), kadm (Cd), nikiel (Ni), chrom (Cr), ołów (Pb), cynk (Zn), żelazo (Fe)), stężenie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), stężenie polichlorowanych bifenyli (PCB), pH, redox oraz zawartość materii organicznej.

## 3.3. Metody analityczne

Normy i procedury badawcze przedstawiono w tab. 2 i 3.

Tabela 2. Normy i procedury badawczych zastosowane w badaniu wód rzeki Bytomki

| WODA                    |  |                             |
|-------------------------|--|-----------------------------|
| Wskaźnik                | Norma/Procedura badawcza   | Technika pomiarowa          |
| Azot azotanowy          | ISO 7890/1 Water quality. Determination of nitrate. Part 1: 2,6-Dimethylphenol spectrometric method  | Metoda spektrofotometryczna |
| Azot azotynowy          | PN-EN ISO 26777:1999 Jakość wody. Oznaczanie azotynów – metoda absorpcyjnej spektrometrii cząstkowej   | Metoda spektrofotometryczna |
| Azot amonowy            | PN-C-04576-4:1994 Woda i ścieki. Badania zawartości związków azotu. Oznaczanie azotu amonowego w wodzie metoda bezpośredniej nesslerizacji.  | Metoda spektrofotometryczna |
|                         | PN ISO 5664:2002 Jakość wody – Oznaczanie azotu amonowego – Metoda destylacyjna z miareczkowaniem  | Metoda destylacyjna         |
| Azot ogólny             |  | z obliczeń                  |
| Azot organiczny         |  | z obliczeń                  |
| Ortofosofrany           | PN-EN ISO 6878:2006 Jakość wody. Oznaczanie fosforu. Metoda spektrometryczna z molibdenianem amonu.  | Metoda spektrofotometryczna |
| Fosfor ogólny           | PN EN ISO 6878:2006 Jakość wody. Oznaczanie fosforu. Metoda spektrometryczna z molibdenianem amonu.  | Metoda spektrofotometryczna |
| BZT <sub>5</sub>        | PN-EN 1899-2:2002 Jakość wody. Oznaczanie biochemicznego zapotrzebowania tlenu po n dniach (BZTn). Część 1: Metoda rozcieńczania i szczepienia z dodatkiem allilotiomocznika. Część 2: Metoda do próbek nierozcieńczonych  | Optyczna sonda tlenowa      |
| ChZT(Cr)                | PN-ISO 15705:2005 Chemiczne zapotrzebowanie na tlen ChZT. Metoda spektrofotometryczna  | Metoda spektrofotometryczna |
| pH                      | PN-EN ISO 10523:2012 Jakość wody – Oznaczanie pH   | Metoda potencjometryczna    |
| Zasadowość              | PN-EN ISO 9963-1:2001 Jakość wody. Oznaczanie zasadowości. Cz. 1 – oznaczanie zasadowości ogólnej i zasadowości wobec fenoloftaleiny   | Metoda miareczkowa          |
| Przewodność elektryczna | PN-EN 27888:1999 Jakość wody. Oznaczanie przewodności elektrycznej właściwej   | Metoda konduktometryczna    |
| Aniony                  | PN-EN ISO 10304-1:2009 Jakość wody. Oznaczanie rozpuszczonych anionów za pomocą chromatografii jonowej. Cz. 1: Oznaczanie bromków, chlorków, fluorków, azotynów, azotynów, fosforanów i siarczanów   | Chromatografia jonowa       |
| Kationy                 | PN-EN ISO 14911:2002 Jakość wody. Oznaczanie Li <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , Sr <sup>2+</sup> i Ba <sup>2+</sup> za pomocą chromatografii jonowej. Metoda dla wód i ścieków | Chromatografia jonowa       |

|  |  |                              |
|--|--|------------------------------|
| Twardość ogólna  |  | z obliczeń                   |
| Węgiel:<br>– ogólny<br>– organiczny<br>– nieorganiczny całkowity | PB4, wydanie 5, 01.02.2016 Oznaczanie węgla organicznego i węgla nieorganicznego w wodach i ściekach   | Spektroskopia w podczerwieni |
| Metale   | PN-ISO 8288:2002 Metoda A Jakość wody. Oznaczanie stężenia metali. Metoda A  | FAAS                         |
| WWA  | PB21, wydanie 4, 10.02.2016 Stężenie WWA w wodzie  | GC-MS                        |
| Substancje rozpuszczone  | PN-C-04541:1978 Woda i ścieki – Oznaczanie suchej pozostałości, pozostałości po prażeniu, straty przy prażeniu oraz substancji rozpuszczonych, substancji rozpuszczonych mineralnych i substancji rozpuszczonych lotnych | Metoda wagowa                |
| Zawiesina ogólna   | PN-EN 872:2007 + AP12007 Jakość wody – Oznaczanie zawiesin - Metoda z zastosowaniem filtracji przez sączki z włókna szklanego  | Metoda wagowa                |

Tabela 3. Normy i procedury badawcze zastosowane w badaniu osadów rzeki Bytomki

| OSAD                  |  |                             |
|-----------------------|--|-----------------------------|
| Wskaźnik              | Norma/Procedura badawcza   | Technika pomiarowa          |
| Azot ogólny Kjeldahla | PN-EN 25663:2001 Jakość wody. Oznaczanie azotu Kjeldahla. Metoda po mineralizacji z selenem  | Metoda miareczkowa          |
| Fosfor ogólny         | PB 25 z dnia 4.04.2016 Oznaczanie ortofosforanów w ekstraktach osadów dennych z wykorzystaniem: wody destylowanej, kwaśnego węglanu sodu, chlorku wapnia oraz wodorotlenku sodu jako ekstrahentów. Oznaczanie fosforu ogólnego w osadach dennych po mineralizacji kwasem azotowym i kwasem | Metoda spektrofotometryczna |
| Metale                | PB 19, wydanie 2, 10.02.2016 Oznaczanie kadmu, chromu, kobaltu, miedzi, ołowiu, manganu, niklu i cynku w ekstraktach odpadów stałych woda królewska. Metoda płomieniowej absorpcyjnej spektrometrii atomowej   | FAAS                        |
| Żelazo                | PN-ISO 11047:2001 Jakość gleby. Oznaczanie kadmu, chromu, kobaltu, miedzi, ołowiu, manganu, niklu i cynku w ekstraktach gleby wodą królewską. Metody płomieniowej i elektrotermicznej absorpcyjnej spektrometrii atomowej  | FAAS                        |
| WWA                   | PB22, wydanie 5, 11.05.2016 Oznaczanie WWA w glebach i pyłach  | GC-MS                       |
| Straty prażenia       | PN-EN 15935:2013-02 Osady ściekowe, uzdatnione bioodpady, gleba oraz odpady – Oznaczanie strat podczas prażenia  | Metoda wagowa               |

|                 |  |                                       |
|-----------------|--|---------------------------------------|
| Sucha masa      | PN-ISO 11465:1999 Jakość gleby. Oznaczanie zawartości suchej masy gleby i wody w glebie w przeliczeniu na suchą masę | Metoda wagowa                         |
| Opadalność      | „Fizyczno – chemiczne badanie wody i ścieków”<br>W. Hermanowicz i in., Arkady, Warszawa 1976                         | Leje Imhoffa                          |
| Skład frakcyjny | PB11, wydanie 3, 01.02.2016 Analiza składu ziarnowego pyłu<br>metodą dyfrakcji promienia laserowego                  | Metoda dyfrakcji promienia laserowego |

## **4. Ocena stanu/potencjału ekologicznego rzeki Bytomki**

Ocenę stanu wód powierzchniowych (rzek, jezior, wód przejściowych i przybrzeżnych) wykonuje się w odniesieniu do jednolitych części wód, na podstawie wyników badań pozyskanych w ramach państwowego monitoringu środowiska i prezentuje poprzez ocenę stanu chemicznego. Zasady przeprowadzania oceny wyznacza Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz.U. 2016 poz. 1187) [1].

Monitoring wód jest częścią funkcjonującego w Polsce Państwowego Monitoringu Środowiska. Zasady organizacji i funkcjonowania monitoringu zawarte zostały w Programie Państwowego Monitoringu Środowiska. Badania wód powierzchniowych w zakresie elementów hydrologicznych i hydromorfologicznych wykonuje państwowa służba hydrologiczno-meteorologiczna, a wyniki tych badań przekazuje właściwym wojewódzkim inspektorom ochrony środowiska. Wojewódzki inspektor ochrony środowiska prowadzi obserwację elementów hydromorfologicznych na potrzeby oceny stanu ekologicznego.

Ocenie poddawane są jednolite części wód powierzchniowych na podstawie wyników badań prowadzonych w wyznaczonych punktach kontrolnych zlokalizowanych w obrębie danej JCWP. W ramach państwowego monitoringu środowiska na rzece Bytomce prowadzone są pomiary w punkcie kontrolnym o nazwie „Bytomka – ujście do Kłodnicy” o numerze PL02S1301\_1163. Wynikiem prowadzonego monitoringu jest ocena stanu i potencjału ekologicznego jednolitych części wód powierzchniowych.

Stan ekologiczny/potencjał ekologiczny określa jakość struktury i funkcjonowania ekosystemu wód powierzchniowych, sklasyfikowanej na podstawie wyników badań elementów biologicznych oraz wskaźników fizykochemicznych i hydromorfologicznych. Stan ekologiczny jednolitych części wód powierzchniowych określa się poprzez nadanie jednolitej części wód jednej z pięciu klas jakości, przy czym klasa pierwsza oznacza bardzo dobry stan ekologiczny, klasa druga – dobry stan ekologiczny, zaś klasy trzecia, czwarta i piąta odpowiednio – stan ekologiczny umiarkowany, słaby i zły. W przypadku potencjału ekologicznego, klasa pierwsza i druga tworzą wspólnie potencjał „dobry i powyżej dobrego”. O przypisaniu ocenianej jednolitej części wód decydują wyniki

klasyfikacji poszczególnych elementów biologicznych, przy czym obowiązuje zasada, że klasa stanu/potencjału ekologicznego odpowiada klasie najgorszego elementu biologicznego [2]. W tabeli 4 przedstawiono ocenę stanu/potencjału ekologicznego oraz stanu chemicznego rzeki Bytomki (JCWP RW6000611649) w latach 2015 i 2016.

Tabela 4. Ocena stanu ekologicznego rzeki Bytomki na podstawie badań prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska [3,4]

| Nazwa ocenianej jcw | Silnie zmieniona lub sztuczna jcw <sup>1</sup> (T/N) | Klasa elementów biologicznych | Klasa elementów hydromorfologicznych | Klasa elementów fizykochemicznych (grupa 3.1–3.5) | Klasa elementów fizykochemicznych – specyficzne zanieczyszczenia syntetyczne i niesyntetyczne (3.6) | Stan/potencjał ekologiczny | Stan chemiczny      |
|---------------------|--|-------------------------------|--------------------------------------|---|---|----------------------------|---------------------|
| Bytomka             | 2016   |                               |                                      |   |   |                            |                     |
|                     | N  |                               |                                      | <sup>3</sup> PSD                                  | II  |                            | <sup>3</sup> PSD_sr |
|                     | 2015   |                               |                                      |   |   |                            |                     |
|                     | N  | V                             | II                                   | PSD   | II  | ZŁY                        | DOBRY               |

<sup>1</sup>(T/N) – T – tak, N – nie, <sup>2</sup>PSD\_sr – poniżej stanu dobrego, <sup>3</sup>PSD\_sr – poniżej stanu dobrego, przekroczone stężenia średnioroczne.

## 4.1. Literatura do rozdziału

1. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz.U. 2016 poz. 1187)
2. <http://www.gios.gov.pl/pl/mkoopz/8-pms/203-sposob-oceny-stanu-wod>
3. <http://www.katowice.wios.gov.pl/index.php?tekst=monitoring/informacje/stan2015/i>
4. [http://www.katowice.wios.gov.pl/monitoring/informacje/stan2016/wody\\_pow/klasyfikacja2016.pdf](http://www.katowice.wios.gov.pl/monitoring/informacje/stan2016/wody_pow/klasyfikacja2016.pdf)

## 5. Źródła zanieczyszczenia wód rzeki Bytomki

### 5.1. Wody opadowe i roztopowe

**Woda** opadowa (potocznie: deszczówka) – to woda spadająca na powierzchnię ziemi w postaci opadów atmosferycznych (rosy, deszczu, śniegu, gradu). Zanieczyszczone spływy wód opadowych z powierzchni szczelnych aglomeracji miejskich są określane mianem ścieków opadowych”. Oddziaływanie spływów powierzchniowych powstających w wyniku opadów atmosferycznych na środowisko wodne jest problemem złożonym, zależnym od wielu czynników. Na ilość i stężenie zanieczyszczeń w wodach deszczowych i roztopowych, odprowadzanych kanalizacją lub bezpośrednio do wód powierzchniowych, wpływ mają takie czynniki jak: stopień zanieczyszczenia atmosfery, cechy zlewni (natężenie ruchu pojazdów, rodzaj nawierzchni dróg, parkingów oraz częstotliwość i sposób ich oczyszczania, sposób zwalczania gołoledzi), charakterystyka opadu (czas trwania, intensywność, długość przerwy pomiędzy opadami), czy pora roku [1–4]. Woda deszczowa ulega zanieczyszczeniu już podczas opadu, usuwając z powietrza: pyły, dymy paleniskowe i przemysłowe, aerozole, cząstki niespalonego paliwa itp. [5–7]. Następnie podczas spływu wód opadowych z powierzchni zlewni następuje intensyfikacja zanieczyszczenia, w zależności od charakteru zlewni. Ostateczna zmiana składu ścieków opadowych związana jest z przepływem przez sieć kanalizacyjną. Na tym etapie może nastąpić zatrzymanie pewnej ilości zawiesin w osadnikach, a także odkładanie się osadów w kanałach przy małych prędkościach przepływu lub ich wymywanie podczas wystąpienia opadów o dużej intensywności [8].

Do negatywnych oddziaływań powiązanych z rzutami ścieków opadowych do odbiornika można zaliczyć:

- zmętnienie wody, a co za tym idzie zmniejszenie intensywności przebiegu fotosyntezy,
- eutrofizację spowodowaną wypłukiwaniem nawozów sztucznych,
- nagromadzenie znacznych ilości zanieczyszczeń pływających,
- wprowadzenie znacznej ilości zawiesin mineralnych, zawierających metale ciężkie i pestycydy,
- pojawienie się trudno rozkładalnych substancji pochodzenia organicznego,
- zanieczyszczenie odbiornika substancjami ropopochodnymi,
- skażenie wody bakteriami,

- wynoszenie osadów dennych, skutkujące zwiększonym poborem tlenu i zakłóceniem równowagi ekologicznej obserwowane przy nagłych dopływach dużej objętości wód w krótkim czasie [8]. Na ostateczny skład wód deszczowych i roztopowych zrzucanych do odbiornika mają także wpływ urządzenia służące do ich podczyszczania. W celu oczyszczania lub podczyszczania ścieków deszczowych można zastosować szereg urządzeń zestawionych w tabeli 5.

Tabela 5. Urządzenia do oczyszczania i podczyszczania ścieków deszczowych [9]

| Rodzaje zanieczyszczeń           | Urządzenia do oczyszczania i podczyszczania ścieków                  |
|----------------------------------|--|
| Zanieczyszczenia grube pływające | Kraty, sita  |
| Ropopochodne                     | Separatory koalescencyjne  |
| Zawiesiny                        | Osadniki, separatory hydrodynamiczne, filtry runtowe                 |
| Związki biogenne                 | Stawy sedimentacyjne, rowy trawiaste, złoża trzcinowe tzw. biofiltry |

Aby zapewnić odpowiednią ochronę wód powierzchniowych należy przede wszystkim ograniczyć objętość ścieków odprowadzanych do odbiornika oraz zmniejszyć stężenia zanieczyszczeń w nich zawartych [8]. W celu ograniczenia ilości odprowadzanych ścieków deszczowych należy zatrzymywać je w obrębie zlewni i utrudniać ich odpływ kanalizacją. Realizować to można poprzez infiltrację wód deszczowych do gruntu lub ich retencjonowanie, a później wykorzystanie do podlewania zieleni czy zmywania utwardzonych powierzchni w czasie pogody bezdeszczowej. Natomiast zmniejszenie stężenia zanieczyszczeń w ściekach deszczowych można osiągnąć poprzez ograniczenie zanieczyszczeń na terenie zlewni i atmosfery, które są spłukiwane w czasie opadów do sieci oraz zastosowanie odpowiednich urządzeń do oczyszczania lub podczyszczania ścieków deszczowych [1, 9].

W prawodawstwie polskim jakość wód deszczowych i roztopowych wprowadzanych do wód powierzchniowych normowana jest przez Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 roku w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. 2014, poz. 1800) [10]. Rozporządzenie określa:

- substancje szczególnie szkodliwe dla środowiska wodnego, powodujące zanieczyszczenie wód, które powinno być eliminowane, oraz substancje szczególnie szkodliwe dla środowiska wodnego, powodujące zanieczyszczenie wód, które powinno być ograniczane, warunki, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, w tym



najwyższe dopuszczalne wartości zanieczyszczeń, oraz warunki, jakie należy spełnić w celu rolniczego wykorzystania ścieków,

- miejsce i minimalną częstotliwość pobierania próbek ścieków, metodyki referencyjne analizy i sposób oceny czy ścieki odpowiadają wymaganym warunkom,
- najwyższe dopuszczalne wartości zanieczyszczeń dla ścieków z oczyszczalni ścieków bytowych i komunalnych oraz dla ścieków z oczyszczalni ścieków w aglomeracji.

Zgodnie z § 21. 1. Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 roku: wody opadowe lub roztopowe, to wody ujęte w otwarte lub zamknięte systemy kanalizacyjne, pochodzące z zanieczyszczonej powierzchni szczelnej, w tym:

1. terenów przemysłowych, składowych, baz transportowych, portów, lotnisk, miast, dróg zaliczanych do kategorii dróg krajowych, wojewódzkich lub powiatowych klasy G, a także parkingów o powierzchni powyżej 0,1 ha, w ilości, jaka powstaje z opadów o natężeniu co najmniej 15 l na sekundę na 1 ha,
2. obiektów magazynowania i dystrybucji paliw, w ilości, jaka powstaje z opadów o częstości występowania jeden raz w roku i czasie trwania 15 minut, lecz w ilości nie mniejszej niż powstająca z opadów o natężeniu 77 l na sekundę na 1 ha, mogą być wprowadzane do wód lub do ziemi, o ile nie zawierają substancji zanieczyszczających w ilościach przekraczających **100 mg/l zawiesin ogólnych** oraz **15 mg/l węglowodorów ropopochodnych**. Natomiast zgodnie z § 23.1 cytowanego Rozporządzenia przeglądy eksploatacyjne urządzeń oczyszczających muszą być wykonywane **co najmniej dwa razy w roku** [10].

### 5.1.1. Wody opadowe i roztopowe doprowadzane do rzeki Bytomki – Bytom

Charakterystyka wód opadowych i roztopowych wpływających do rzeki Bytomki z terenów gminy miejskiej Bytom została opracowana na podstawie dokumentów udostępnionych przez Urząd Miejski w Bytomiu, których spis wyszczególniono na końcu rozdziału.

W tabeli 6 przedstawiono dane dotyczące lokalizacji wylotów wód opadowych i roztopowych, rodzaj odbiornika oraz charakterystyczne przepływy tych wód.

Udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu dokumenty, miały charakter decyzyjny, brak dostępu do szczegółowych informacji uniemożliwił dokonanie analizy wprowadzonego ładunku zanieczyszczeń do rzeki Bytomki oraz sporządzenie bardziej szczegółowego opisu dotyczącego ścieków deszczowych odprowadzanych z terenu gminy miejskiej Bytom.

Tabela 6. Informacje na temat wód opadowych i roztopowych wprowadzanych do rzeki Bytomki i jej dopływów na terenie miasta Bytom, na podstawie materiałów udostępnionych przez Urząd Miejski w Bytomiu [11–40]

| Nr wylotu   | Rodzaj odbiornika | Usytuowanie wylotu | Współrzędne geograficzne               | Charakterystyczne przepływy wód deszczowych             |  |   |  |  |  |
|---|-------------------|--------------------|--|---|--|---|--|--|--|
|   |                   |                    |  | Q <sub>max</sub> s <sup>1</sup><br>[dm <sup>3</sup> /s] | Q <sub>max</sub> h <sup>2</sup><br>[m <sup>3</sup> /h] | Q <sub>sr</sub> d <sup>3</sup><br>[m <sup>3</sup> /d] | Q <sub>max</sub> d <sup>4</sup><br>[m <sup>3</sup> /d] | Q <sub>max</sub> r <sup>5</sup><br>[m <sup>3</sup> /rok] |  |
| W6  | Ciek Rokitnicki   | 17+441 km          | 50° 23' 48.362" N<br>18° 47' 42.277" E | –   | 283,6  | 67,8  | –  | 26 778,9   |  |
| W8  | Ciek Rokitnicki   | 16+814 km          | 50° 23' 31.629" N<br>18° 49' 45.529" E | –   | 183,4  | 43,8  | –  | 17 315,0   |  |
| W9  | Ciek Rokitnicki   | 16+615 km          | 50° 23' 27.987" N<br>18° 49' 54.105" E | –   | 79,2   | 18,9  | –  | 7 474,4  |  |
| W4  | Rzeka Bytomka     | 21+280 km          | 50° 20' 47.37" N<br>18° 53' 20.43" E   | –   | 478,8  | 20,4  | 9 804,0  | –  |  |
| W5  | Rzeka Bytomka     | 21+360 km          | 50° 20' 48.09" N<br>18° 53' 16.78" E   | –   | 478,8  | 20,4  | 9 804,0  | –  |  |
| W6  | Rzeka Bytomka     | 21+370 km          | 50° 20' 48.14" N<br>18° 53' 16.42" E   | –   | 298,8  | 12,7  | 6 118,5  | –  |  |
| WY  | Ciek Rokitnicki   | 10+551 km          | 50° 21' 29.58" N<br>18° 47' 33.89" E   | –   | 149,1  | 25,4  | –  | 10 371,4   |  |
| W1  | Ciek Rokitnicki   | 11+690 km          | 50° 21' 54.43" N<br>18° 47' 7.65" E    | –   | 318,3  | 54,1  | –  | 22 140,4   |  |
| Istniejący szczełny system kanalizacji deszczowej | Rzeka Bytomka     | 18+030 km          | 50° 19' 56" N<br>18° 54' 50 E          | –   | 2 080,6  | 4 348,5   | –  | 125 729,3  |  |
| WS  | Potok Mikulezycki | 0+290 km           | 50° 20' 25.57" N<br>18° 46' 17.05" E   | –   | 9,5  | 2,4   | –  | 991,4  |  |
| WR  | Potok Mikulezycki | 0+285 km           | 50° 20' 25.55" N<br>18° 46' 17.01" E   | –   | 46,3   | 11,8  | –  | 4 829,8  |  |

|   |   |                        |  |         |         |          |   |             |
|---|---|------------------------|--|---------|---------|----------|---|-------------|
| WO  | Potok Mikulezycki                                   | 1+305 km               | 50° 20' 14.34'' N<br>18° 46' 56.69'' E | –       | 58,4    | 14,9     | – | 6 089,3     |
| WO  | Potok Mikulezycki                                   | 1+305 km               | 50° 20' 14.43'' N<br>18° 46' 57.16'' E | –       | 56,9    | 14,5     | – | 5 935,2     |
| W2  | Ciek Julka<br>(rów Miechowski)                      | 0+900 km               | 50° 19' 59.56'' N<br>18° 51' 30.53'' E | –       | 414,5   | 9 811,1  | – | 3 581 065,6 |
| W1  | Ciek Julka<br>(rów Miechowski)                      | 0+717 km               | 50° 19' 54.43'' N<br>18° 51' 32.99'' E | –       | 441,9   | 10 459,8 | – | 3 817 829,1 |
| Istniejącym wylotem                           | Rzeka Bytomka                                       | 22+354 km              | 50° 21' 4.63'' N<br>18° 52' 55.24'' E  | –       | 1 754,0 | 134,0    | – | 35 838,0    |
| Istniejącym wylotem<br>kanalizacji deszczowej | Rzeka Bytomka                                       | 18+030 km              | 50° 19' 56'' N<br>18° 54' 50'' E       | –       | 2080,6  | 4 348,5  | – | 125 729,3   |
| Istniejącym wylotem                           | Rów Miechowski                                      | –                      | –                                      | 2 172,0 | –       | –        | – | –           |
| W-1 istniejącym<br>rowem                      | Ciek bez nazwy<br>(dopływ Bytomki)<br>Rzeka Bytomka | 00+342 km<br>15+920 km | 50° 20' 42.46'' N<br>18° 52' 28.69'' E | 740,2   | –       | –        | – | –           |
| W-IV/1  | Rów Graniczny<br>(dopływ Bytomki)                   | 1+868 km               | 50° 21' 04.05'' N<br>18° 54' 59.23'' E | 411,5   | –       | –        | – | –           |
| W-VI/6  | Rzeka Bytomka                                       | 19+925 km              | –                                      | 226,3   | –       | –        | – | –           |
| W-I/7   | Rzeka Bytomka                                       | 19+610 km              | –                                      | 862,5   | –       | –        | – | –           |
| W-VI/5  | Rzeka Bytomka                                       | 20+140 km              | –                                      | 335,9   | –       | –        | – | –           |
| W-VI/4  | Rzeka Bytomka                                       | 20+250 km              | –                                      | 552,3   | –       | –        | – | –           |
| W-VI/3  | Rzeka Bytomka                                       | 20+350 km              | –                                      | 545,4   | –       | –        | – | –           |
| W-VI/2  | Rzeka Bytomka                                       | 15+790 km              | –                                      | 1 161,0 | –       | –        | – | –           |
| W1, W2, W3                                    | Rów Graniczny<br>(dopływ Bytomki)                   | –                      | –                                      | 12,5    | –       | –        | – | –           |

|  |                                 |                                 |                                      |       |   |       |   |   |
|--|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------|---|-------|---|---|
| Wylot z pasa drogowego DK88  | Rów Miechowski (dopływ Bytomki) | od 4+569 do 5+800 km            | –                                    | 126,0 | – | –     | – | – |
| Wylot 3 z odwadniania pasa drogowego Obwodnicy Północnej Aglomeracji Górnośląskiej | Rów Miechowski (dopływ Bytomki) | od 3+782,9 do 4+525,0 km zlewni | –                                    | 280,0 | – | –     | – | – |
| Istniejącym wylotem  | Rów Graniczny (dopływ Bytomki)  |                                 | 50° 19' 40,85" N<br>18° 53' 50,45" E | 324,0 | – | –     | – | – |
| Istniejącym wylotem  | Rów Miechowski (dopływ Bytomki) | 1+440 km                        | –                                    | 222,0 | – | –     | – | – |
| Istniejącym wylotem kanalizacji deszczowej   | Rzeka Bytomka                   | 15+050 km                       | –                                    | 354,0 | – | –     | – | – |
| Istniejącym wylotem do rowu Miechowskiego  |                                 | 2+500 km                        | –                                    | 300,0 | – | 120,4 | – | – |
| Rowem otwartym do rowu Granicznego   |                                 | 1+609 km                        | –                                    | 511,0 | – | –     | – | – |
| Rowem naturalnym   |                                 | 17+200 km                       | –                                    | 277,0 | – | –     | – | – |

<sup>1</sup>Qmaxs – przepływ maksymalny sekundowy (chwilowy), <sup>2</sup>Qmaxh – przepływ maksymalny godzinowy, <sup>3</sup>Qśrd – przepływ średni dobowy, <sup>4</sup>Qmaxd – przepływ maksymalny dobowy, <sup>5</sup>Qmax – przepływ maksymalny roczny.

### 5.1.2. Wody opadowe i roztopowe doprowadzane do rzeki Bytomki – Ruda Śląska

Charakterystyka wód opadowych i roztopowych wpływających do rzeki Bytomki z terenów gminy miejskiej Ruda Śląska została opracowana na podstawie dokumentów udostępnionych przez Urząd Miasta w Rudzie Śląskiej, Wydział Ochrony Środowiska i Górnictwa:

1. Operat wodnoprawny na odprowadzenie wód opadowych i roztopowych z terenu stacji paliw i terenów przyległych przy ul. Łąkach w Rudzie Śląskiej do rzeki Bytomki w km 12+930 – działka nr 328/108, maj 2015 r. [41],
2. Pozwolenie wodnoprawne wydane na podstawie ww. operatu wodnoprawnego, lipiec 2015 r. Decyzja nr 19/2015 [42].

Powyższe dokumenty dotyczą odprowadzania ścieków deszczowych z terenu stacji paliw i terenów przyległych do rzeki Bytomki. Stacja paliw zlokalizowana jest w Rudzie Śląskiej przy ul. Na Łąkach 9. Na tym terenie prowadzona jest dystrybucja oleju napędowego i benzyn. Od strony północnej do terenu stacji przylega teren zielony, który odwadniany jest również kanalizacją deszczową stacji paliw. W tabeli 7 przedstawiono dane dotyczące lokalizacji wylotów wód opadowych i roztopowych. Natomiast w tabeli 8 zestawiono najważniejsze wielkości charakteryzujące zlewnie ścieków deszczowych, których odbiornikiem jest rzeka Bytomka.

Tabela 7. Lokalizacja wylotów wód deszczowych i roztopowych na terenie gminy miejskiej Ruda Śląska [41]

| Nr wylotu   | Usytuowanie wylotu      | Współrzędne geograficzne             |
|---|-------------------------|--------------------------------------|
| Stacja Paliw i tereny przyległe przy ul. Na Łąkach w Rudzie Śląskiej – działka nr 328/108 | 12+930 km rzeki Bytomki | 50° 19' 27.49" N<br>18° 51' 33.54" E |

Tabela 8. Charakterystyka zlewni rzeki Bytomki, na podstawie operatu wodnoprawnego, maj 2015 roku [41]

| Element zlewni  | Tereny utwardzone |       | Powierzchnia dachów |      | Tereny zielone |       | Łączna powierzchnia zlewni |
|-----------------|-------------------|-------|---------------------|------|----------------|-------|----------------------------|
|                 | [ha]              | [%]   | [ha]                | [%]  | [ha]           | [%]   |                            |
| Stacja paliw    | 0,1526            | 52,99 | 0,008               | 2,78 | 0,1274         | 44,23 | 0,2880                     |
| Teren przyległy | –                 | –     | –                   | –    | 0,1678         | 100   | 0,1678                     |

Teren stacji zajmuje powierzchnię 0,2880 ha, a tereny przyległe 0,1678 ha. Powierzchnie zlewni podzielono na trzy typy: tereny utwardzone, dachy i tereny zielone. W rejonie stacji paliw tereny utwardzone zajmują około 53%, tereny zielone 44%, a dachy niecałe 3%. Natomiast obszary przyległe stanowią w całości tereny zielone. Tereny miejskie, w szczególności powierzchnie utwardzone,

stwarzają sprzyjające warunki do akumulacji zanieczyszczeń stałych, powstających głównie przez działalność człowieka. Borchardt i Sperling (1997) podają, że już uszczelnienie powierzchni zlewni przekraczające 5% powoduje niekorzystne zmiany w odbiorniku, m.in. redukcję liczby organizmów żywych i ograniczenie bioróżnorodności [43].

Ścieki deszczowe z terenu stacji odprowadzane są za pomocą kratownicy wpustowej, zabudowanej na całą szerokość drogi przed wiatą nad dystrybutorami oraz przez żeliwne kratki ściekowe zabudowane na studzienkach. Studzienki posiadają osadniki o głębokości 0,8 m. Ścieki deszczowe odprowadzane są do koryta rzeki Bytomki przewodem z rur betonowych. Sieć deszczowa nie posiada separatora. Stan techniczny ścianek wylotu jest zły, występują ubytki cegieł zarówno w ścianie czołowej jak i bocznej. W cytowanym operacie wodnoprawnym opisano plan robót remontowych wylotu, które należy wykonać, aby uzyskać dobry stan techniczny. Informacje na temat charakterystycznych przepływów dla przekroju w km 12+900 zestawiono w tabeli 9.

Tabela 9. Charakterystyczne przepływy wód deszczowych dla wylotu w rejonie stacji paliw

| Element zlewni | Charakterystyczne przepływy wód deszczowych |   |  |   | Stan techniczny wylotu |
|----------------|---|---|--|---|------------------------|
|                | Qmaxs <sup>1</sup><br>[dm <sup>3</sup> /s]  | Qmaxh <sup>2</sup><br>[m <sup>3</sup> /h] | Qśrd <sup>3</sup><br>[m <sup>3</sup> /d] | Qrmax <sup>4</sup><br>[m <sup>3</sup> /rok] |                        |
| Stacja paliw   | 27,5  | 38,9                                      | 3,5                                      | 1286,2                                      | Zły                    |

<sup>1</sup>Qmaxs – przepływ maksymalny sekundowy (chwilowy),

<sup>2</sup>Qmaxh – przepływ maksymalny godzinowy,

<sup>3</sup>Qśrd – przepływ średni dobowy,

<sup>4</sup>Qrmax – przepływ maksymalny roczny.

Wody opadowe powstają w wyniku przekształcenia opadu w spływ powierzchniowy kierowany do sieci kanalizacji deszczowej. Ilość wód odprowadzanych zależy od natężenia opadu, czasu jego trwania, wielkości zlewni oraz jej szczelności. Charakterystyczne przepływy wód deszczowych dla przekroju w km 12+900 obliczono dla deszczu o czasie trwania  $t = 15$  min, prawdopodobieństwie wystąpienia  $p = 10\%$ , tj. raz na 10 lat, przyjmując średni normalny opad roczny  $H < 1000$  mm. Maksymalny obliczeniowy spływ wód deszczowych dla natężenia deszczu miarodajnego wynoszącego  $165 \text{ dm}^3/\text{s} \cdot \text{ha}$  ( $t = 15$  min) wyniósł  $27,5 \text{ dm}^3/\text{s}$ , przy czym obliczono, że z powierzchni utwardzonych na terenie stacji paliw wyniesie on  $21,40 \text{ dm}^3/\text{s}$ . Spływ powierzchniowy z tego typu terenów może stanowić jedno z największych zagrożeń z perspektywy wprowadzania zanieczyszczeń do odbiornika. W związku z brakiem dokumentacji dotyczącej charakterystyki wód powierzchniowych powyżej i poniżej zrzutu ścieków deszczowych oraz jakości wody pobranej bezpośrednio z wylotu, w niniejszym opracowaniu nie ujęto ww. danych. Z powodu braku danych nie zo-

stały obliczone roczne ładunki wybranych zanieczyszczeń wnoszonych do rzeki Bytomki wraz z wodami opadowymi. Zgodnie z § 21. 1. Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 roku, stężenie zawiesiny ogólnej i węglowodorów ropopochodnych w odprowadzanych wodach opadowych nie powinno przekroczyć odpowiednio 100 mg/l oraz 15 mg/l [10].

W celu oczyszczania ścieków deszczowych zainstalowany jest separator lamelowy o przepływie nominalnym 25 l/s. Zgodnie z § 23.1 obowiązującego Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 roku eksploatacja urządzenia powinna być wykonywana co najmniej dwa razy w roku [10]. Z uwagi na okresowy przepływ wód opadowych i ich nieprzewidywalną zmienność ilościową nie planuje się zastosowania urządzeń mierzących wielkość przepływu tych wód.

Zgodnie z pismem nr TK/100/25-27A/2017 PWiK Sp. z o.o. w Rudzie Śląskiej z dnia 30.08.2017 r. [44], w rejonie Rudy Śląskiej, przy ul. Karola Goduli zlokalizowano wylot kanalizacji deszczowej do rzeki Bytomki. Przewiduje się wykonanie operatu wodno-prawnego wraz z uzasadnieniem decyzji pozwolenia wodno-prawnego, w ramach którego zostanie określona zlewnia ciężąca na wylot oraz ilość wód deszczowych wprowadzanych do odbiornika.

### **5.1.3. Wody opadowe i roztopowe doprowadzane do rzeki Bytomki – Zabrze**

Charakterystyka wód opadowych i roztopowych wpływających do rzeki Bytomki z terenów miasta Zabrze została opracowana na podstawie niżej wymienionych dokumentów, dostarczonych przez Miejski Zarząd Dróg i Infrastruktury Informatycznej w Zabrzu:

1. Operat wodnoprawny na odprowadzenie wód opadowych i roztopowych wylotami nr W6.24/6, W9.24/6, W10.24/6, W12.24/6, W14.24/6, W17.24/6 i W20a.24/6 do rzeki Bytomki, lipiec 2016 r. [45],
2. Pozwolenie wodnoprawne wydane na podstawie ww. operatu wodnoprawnego, grudzień 2016 r. Decyzja nr ŚR – 1010/2016 [46],
3. Operat wodnoprawny na odprowadzenie wód opadowych i roztopowych wylotami nr W23.6/7, W26.6/7, W32.6/7, W46.6/7, W49.6/7, W51.6/7, W54.6/7, W61.6/7, W62.6/7, W64.6/7, W68.6/7, W70.6/7, W76.6/7, W77.6/7, W80.6/7, W83.6/7, W84.6/7, W85.6/7, W95.6/7, W96.6/7 i W107.6/7 do rzeki Bytomki, lipiec 2016 r. [47].

W powyższych opracowaniach wymieniono dwadzieścia osiem zlewni, na terenie których zlokalizowane są systemy kanałów deszczowych, z których wody doprowadzane są do rzeki Bytomki. Odwadnianie odbywa się z następujących dzielnic miasta Zabrze: Biskupice, Centrum Północ, Centrum Południe, Zandka (Góra Piaszkowa), Osiedle Kotarbińskiego, Osiedle Kopernika i Maciejów. W tabeli 10 przedstawiono dane dotyczące lokalizacji wylotów wód opadowych i roztopowych, zestawiono również najważniejsze wielkości charakteryzujące zlewnie.



Tabela 10. Charakterystyka zlewni rzeki Bytomki – oddziaływanie wód deszczowych i roztopowych na wody tego odbiornika [45, 46]

| Nr wylotu | Usytuowanie wylotu      | Współrzędne geograficzne               | Maksymalna ilość wód opadowych i roztopowych odprowadzanych ze zlewni [L/s] | Powierzchnia terenów utwardzonych, z których odprowadzane są wody deszczowe i roztopowe |       | Powierzchnia dachów, z której odprowadzane są wody deszczowe i roztopowe |       | Łączna powierzchnia zlewni [ha] |
|-----------|-------------------------|--|---|---|-------|--|-------|---------------------------------|
|           |                         |  |   | [ha]  | [%]   | [ha]   | [%]   |                                 |
| W6.24/6   | 10+545 km rzeki Bytomki | 50° 19' 09.115" N<br>18° 49' 46.423" E | 24  | 0,12  | 60,00 | 0,08   | 40,00 | 0,20                            |
| W9.24/6   | 10+519 km rzeki Bytomki | 50° 19' 09.197" N<br>18° 49' 45.225" E | 229   | 0,90  | 44,55 | 1,12   | 55,45 | 2,02                            |
| W10.24/6  | 10+160 km rzeki Bytomki | 50° 19' 06.078" N<br>18° 49' 29.531" E | 312   | 1,66  | 56,46 | 1,28   | 43,54 | 2,94                            |
| W12.24/6  | 9+965 km rzeki Bytomki  | 50° 19' 04.613" N<br>18° 49' 20.098" E | 348   | 1,05  | 32,31 | 2,20   | 67,69 | 3,25                            |
| W14.24/6  | 9+825 km rzeki Bytomki  | 50° 19' 02.537" N<br>18° 49' 14.132" E | 238   | 0,97  | 45,75 | 1,15   | 54,25 | 2,12                            |
| W17.24/6  | 9+090 km rzeki Bytomki  | 50° 18' 51.482" N<br>18° 48' 40.327" E | 206   | 0,90  | 50,00 | 0,90   | 50,00 | 1,80                            |
| W20a.24/6 | 8+437 km rzeki Bytomki  | 50° 18' 44.434" N<br>18° 48' 10.927" E | 500   | 3,48  | 68,77 | 1,58   | 31,23 | 5,06                            |
| W23.6/7   | 8+062 km rzeki Bytomki  | 50° 18' 40.630" N<br>18° 47' 52.462" E | 76  | 0,38  | 61,29 | 0,24   | 38,71 | 0,62                            |
| W26.6/7   | 7+665 km rzeki Bytomki  | 50° 18' 39.806" N<br>18° 47' 32.502" E | 495   | 2,82  | 56,85 | 2,14   | 43,15 | 4,96                            |
| W32.6/7   | 7+457 km rzeki Bytomki  | 50° 18' 37.325" N<br>18° 47' 22.442" E | 985   | 7,40  | 67,70 | 3,53   | 32,30 | 10,93                           |
| W46.6/7   | 7+161 km rzeki Bytomki  | 50° 18' 34.988" N<br>18° 47' 08.583" E | 525   | 3,23  | 60,71 | 2,09   | 39,29 | 5,32                            |
| W49.6/7   | 7+060 km rzeki Bytomki  | 50° 18' 35.648" N<br>18° 47' 06.280" E | 434   | 3,28  | 75,58 | 1,06   | 24,42 | 4,34                            |

|          |                           |  |       |       |       |      |       |       |
|----------|---------------------------|--|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| W51.6/7  | 6+961 km<br>rzeki Bytomki | 50° 18' 35.120" N<br>18° 47' 01.622" E | 483   | 3,62  | 74,03 | 1,27 | 25,97 | 4,89  |
| W54.6/7  | 6+937 km<br>rzeki Bytomki | 50° 18' 34.536" N<br>18° 47' 00.095" E | 116   | 0,62  | 64,58 | 0,34 | 35,42 | 0,96  |
| W61.6/7  | 6+555 km<br>rzeki Bytomki | 50° 18' 31.706" N<br>18° 46' 40.973" E | 674   | 4,08  | 58,29 | 2,92 | 41,71 | 7,00  |
| W62.6/7  | 6+560 km<br>rzeki Bytomki | 50° 18' 31.991" N<br>18° 46' 40.992" E | 1 152 | 9,99  | 76,32 | 3,10 | 23,68 | 13,09 |
| W64.6/7  | 6+440 km<br>rzeki Bytomki | 50° 18' 31.920" N<br>18° 46' 35.421" E | 1 191 | 10,48 | 76,33 | 3,25 | 23,67 | 13,73 |
| W68.6/7  | 6+192 km<br>rzeki Bytomki | 50° 18' 32.651" N<br>18° 46' 23.666" E | 86    | 0,26  | 37,68 | 0,43 | 62,32 | 0,69  |
| W70.6/7  | 6+060 km<br>rzeki Bytomki | 50° 18' 32.653" N<br>18° 46' 16.929" E | 129   | 0,82  | 75,93 | 0,26 | 24,07 | 1,08  |
| W76.6/7  | 5+725 km<br>rzeki Bytomki | 50° 18' 34.377" N<br>18° 46' 00.333" E | 39    | 9,84  | 82,41 | 2,10 | 17,59 | 11,94 |
| W77.6/7  | 5+725 km<br>rzeki Bytomki | 50° 18' 34.033" N<br>18° 45' 59.843" E | 52    | 0,22  | 52,38 | 0,20 | 47,62 | 0,42  |
| W80.6/7  | 5+625 km<br>rzeki Bytomki | 50° 18' 34.292" N<br>18° 45' 54.692" E | 335   | 2,12  | 66,25 | 1,08 | 33,75 | 3,20  |
| W83.6/7  | 5+315 km<br>rzeki Bytomki | 50° 18' 34.775" N<br>18° 45' 39.442" E | 1 788 | 17,99 | 81,55 | 4,07 | 18,45 | 22,06 |
| W84.6/7  | 5+300 km<br>rzeki Bytomki | 50° 18' 35.063" N<br>18° 45' 38.522" E | 520   | 3,92  | 73,55 | 1,41 | 26,45 | 5,33  |
| W85.6/7  | 5+030 km<br>rzeki Bytomki | 50° 18' 34.536" N<br>18° 45' 25.418" E | 116   | 0,33  | 71,74 | 0,13 | 28,26 | 0,46  |
| W95.6/7  | 4+726 km<br>rzeki Bytomki | 50° 18' 45.418" N<br>18° 45' 10.324" E | 1 791 | 19,07 | 86,29 | 3,03 | 13,71 | 22,10 |
| W96.6/7  | 4+718 km<br>rzeki Bytomki | 50° 18' 32.392" N<br>18° 45' 10.298" E | 518   | 2,85  | 54,91 | 2,34 | 45,09 | 5,19  |
| W107.6/7 | 3+640 km<br>rzeki Bytomki | 50° 18' 29.678" N<br>18° 44' 14.049" E | 116   | 2,62  | 60,51 | 1,68 | 38,80 | 4,33  |

Maksymalna ilość odprowadzanych ze zlewni wód opadowych i roztopowych różni się znacząco i zależna jest przede wszystkim od łącznej powierzchni zlewni. Najmniejsza maksymalna ilość odprowadzanych wód wyniosła  $24 \text{ dm}^3/\text{s}$  (W6.24/6 – Biskupice), największa natomiast  $1\,791 \text{ L/s}$  (W95.6/7 – Osiedle Kotarbińskiego i Osiedle Kopernika). Parametr ten (tj. ilość odprowadzanych ścieków deszczowych do odbiornika), znacząco wpływa na wielkość ładunku zanieczyszczeń wprowadzanych do rzeki i tym samym kształtuje jej jakość.

Powierzchnie zlewni wód opadowych i roztopowych na terenie miasta Zabrze zostały podzielone na dwa rodzaje: tereny utwardzone i dachy. Na terenie dwudziestu trzech z dwudziestu ośmiu opisywanych zlewni ponad 50% powierzchni odwadnianych stanowią powierzchnie utwardzone. W zlewniach wylotów nr W9.24/6, W12.24/6, W14.24/6 (Biskupice) i W68.6/7 (Osiedle Kotarbińskiego), tereny utwardzone zajmują mniej niż połowę powierzchni odwadnianych (od 32 do 45%). W rejonie wylotu nr W17.24/6 (Biskupice) powierzchnia terenów utwardzonych i dachowych jest jednakowa/porównywalna. Jak już wspomniano, tereny miejskie, a w szczególności powierzchnie utwardzone, stwarzają sprzyjające warunki do akumulacji zanieczyszczeń stałych, powstających głównie przez działalność człowieka. Fakt, że spływ wód deszczowych i roztopowych na terenie większości zlewni odbywa się głównie z terenów utwardzonych, może wskazywać, że ścieki deszczowe są jednym ze źródeł zanieczyszczeń wprowadzanych do rzeki Bytomki na terenie Zabrze. Na obszarze omawianego miasta dominują ulice wojewódzkie (108 ulic) charakteryzujące się intensywnym natężeniem ruchu pojazdów, najmniej jest natomiast ulic powiatowych (8 ulic) [45, 46]. Taki rodzaj zabudowy oraz rozwój obszarów zurbanizowanych na terenie Zabrze wskazują, że ładunek zanieczyszczeń wprowadzanych do Bytomki wraz ze ściekami deszczowymi może być duży. Informacje na temat stężenia zanieczyszczeń w rzece Bytomce przed i po wylocie wód opadowych zostały zestawione w tabeli 11. Podano również charakterystyczne przepływy wód deszczowych, zasięg oddziaływania wód deszczowych oraz stan techniczny wylotów.

Charakterystyczne przepływy wód deszczowych dla kolejnych wylotów są wielkościami obliczeniowymi, wyznaczonymi dla jednostkowego natężenia deszczu miarodajnego, przyjętego dla deszczu o prawdopodobieństwie  $p = 20\%$  ( $C = 5$ ) i czasie trwania  $t = 15$  minut. W celu określenia bilansu ilościowego wód deszczowych, wyznaczono również inne parametry hydrauliczne (zastępczy współczynnik spływu, współczynnik opóźnienia odpływu), które były niezbędne do obliczenia przepływów charakterystycznych. Na podstawie przepływów ustalono zasięg oddziaływania wód opadowych i roztopowych ze zlewni, tzn. odległość od miejsca zrzutu wód deszczowych do miejsca uzyskania strefy wody czystej (punktu, w którym nastąpi całkowite wymieszanie się wód deszczowych z wodami odbiornika). Zasięg ten w zależności od zlewni może wynosić od 7 metrów (W32.6/7 – zlewnia dzielnicy Centrum Południe, Centrum Północ i Zandka) do nawet 56 metrów w obrębie wylotu nr W49.6/7 (Centrum Północ).

Tabela 11. Informacje na temat wód opadowych i roztopowych wprowadzanych do rzeki Bytomki na terenie miasta Zabrze, na podstawie operatów wodno-prawnych z lipca 2016 roku [45, 46]

| Nr wylotu | Charakterystyczne przepływy wód deszczowych |  |  |   |  |  | Stężenia zanieczyszczeń w wodach rzeki [mg/dm <sup>3</sup> ] |                 |                         | Zasięg oddziaływania wód deszczowych [m] | Stan techniczny wylotu |                 |
|-----------|---|--|--|---|--|--|--|-----------------|-------------------------|--|------------------------|-----------------|
|           | Qmax <sup>1</sup><br>[dm <sup>3</sup> /s]   | Qmax <sup>2</sup><br>[m <sup>3</sup> /h] | Qsrd <sup>3</sup><br>[m <sup>3</sup> /d] | Qmaxd <sup>4</sup><br>[m <sup>3</sup> /d] | Qsrd <sup>5</sup><br>[m <sup>3</sup> /rok] | Qmax <sup>6</sup><br>[m <sup>3</sup> /rok] | Zawiesina ogólna   |                 | Substancje ropopochodne |  |                        |                 |
|           |   |  |  |   |  |  | Przed <sup>7</sup>   | Po <sup>8</sup> | Przed <sup>7</sup>      |  |                        | Po <sup>8</sup> |
| W6.24/6   | 24  | 21,9                                     | 3,7                                      | 4,2                                       | 1 361,5                                    | 1 525,2                                    | 80   | 81,0            | 1,5                     | 2,2                                      | 17                     | Bardzo dobry    |
| W9.24/6   | 229   | 206,0                                    | 35,0                                     | 39,2                                      | 12 787,3                                   | 14 324,5                                   | 80   | 86,7            | 1,5                     | 6,0                                      | 20                     | Bardzo dobry    |
| W10.24/6  | 312   | 280,5                                    | 47,7                                     | 53,4                                      | 17 412,5                                   | 19 505,8                                   | 80   | 88,0            | 1,5                     | 6,9                                      | 21                     | Bardzo dobry    |
| W12.24/6  | 348   | 313,1                                    | 53,3                                     | 59,7                                      | 19 436,4                                   | 21 773,1                                   | 80   | 88,4            | 1,5                     | 7,2                                      | 28                     | Bardzo dobry    |
| W14.24/6  | 238   | 213,8                                    | 36,4                                     | 40,7                                      | 13 274,4                                   | 14 870,3                                   | 80   | 86,6            | 1,5                     | 5,9                                      | 26                     | Bardzo dobry    |
| W17.24/6  | 206   | 185,5                                    | 31,6                                     | 35,4                                      | 11 518,5                                   | 12 903,2                                   | 80   | 85,6            | 1,5                     | 5,3                                      | 23                     | Bardzo dobry    |
| W20a.24/6 | 500   | 450,1                                    | 76,6                                     | 85,8                                      | 27 942,4                                   | 31 301,6                                   | 80   | 89,4            | 1,5                     | 7,9                                      | 30                     | Bardzo dobry    |
| W23.6/7   | 75,8  | 68,2                                     | 11,6                                     | 13,0                                      | 4 232,3                                    | 4 741,1                                    | 80   | 82,3            | 1,5                     | 3,1                                      | 30                     | Dobry           |
| W26.6/7   | 495,2                                       | 445,7                                    | 75,8                                     | 84,9                                      | 27 669,8                                   | 30 996,2                                   | 80   | 89,0            | 1,5                     | 7,6                                      | 31                     | Dobry           |
| W32.6/7   | 985,3                                       | 886,8                                    | 150,8                                    | 169,0                                     | 55 059,1                                   | 61 678,2                                   | 80   | 92,3            | 1,5                     | 9,8                                      | 7                      | Bardzo dobry    |
| W46.6/7   | 525   | 472,5                                    | 80,4                                     | 90,0                                      | 29 338,2                                   | 32 865,2                                   | 80   | 89,1            | 1,5                     | 7,7                                      | 44                     | Bardzo dobry    |
| W49.6/7   | 434   | 390,6                                    | 66,4                                     | 74,4                                      | 24 250,3                                   | 27 165,6                                   | 80   | 88,1            | 1,5                     | 7,0                                      | 56                     | Dobry           |
| W51.6/7   | 483,4                                       | 435,1                                    | 74,0                                     | 82,9                                      | 27 013,8                                   | 30 261,3                                   | 80   | 88,6            | 1,5                     | 7,3                                      | 16                     | Brak informacji |
| W54.6/7   | 116,4                                       | 104,8                                    | 17,8                                     | 20,0                                      | 6 509,4                                    | 7 292,0                                    | 80   | 83,1            | 1,5                     | 3,6                                      | 29                     | Dobry           |
| W61.6/7   | 606,4                                       | 673,8                                    | 103,1                                    | 115,5                                     | 37 651,1                                   | 42 177,4                                   | 80   | 90,1            | 1,5                     | 8,3                                      | 43                     | Dobry           |
| W62.6/7   | 1 151,9                                     | 1 036,7                                  | 176,3                                    | 197,5                                     | 64 366,1                                   | 72 104,1                                   | 80   | 92,7            | 1,5                     | 10,1                                     | 43                     | Bardzo dobry    |

|          |         |         |       |       |           |           |    |      |     |      |    |  |
|----------|---------|---------|-------|-------|-----------|-----------|----|------|-----|------|----|--|
| W64.6/7  | 1 191,2 | 1 072,1 | 182,4 | 204,3 | 66 561,3  | 74 563,2  | 80 | 92,8 | 1,5 | 10,2 | 36 | Bardzo dobry                             |
| W68.6/7  | 86,2    | 77,6    | 13,2  | 14,8  | 4 819,8   | 5 399,2   | 80 | 82,3 | 1,5 | 3,0  | 52 | Dobry                                    |
| W70.6/7  | 129,1   | 116,2   | 19,8  | 22,1  | 7 212,4   | 8 079,5   | 80 | 83,2 | 1,5 | 3,6  | 37 | Dobry                                    |
| W76.6/7  | 1 038,9 | 935,0   | 159,0 | 178,2 | 58 048,9  | 65 027,5  | 80 | 91,9 | 1,5 | 9,6  | 32 | Dobry                                    |
| W77.6/7  | 52,1    | 46,9    | 8,0   | 8,9   | 2 911,1   | 3 261,1   | 80 | 81,4 | 1,5 | 2,4  | 32 | Dobry                                    |
| W80.6/7  | 335     | 301,5   | 51,3  | 57,4  | 18 716,4  | 20 966,4  | 80 | 86,4 | 1,5 | 5,8  | 14 | Dobry                                    |
| W83.6/7  | 1 788,2 | 1 609,4 | 273,7 | 306,7 | 99 920,2  | 111 932,4 | 80 | 94,2 | 1,5 | 11,1 | 24 | Dobry                                    |
| W84.6/7  | 520,1   | 468,1   | 79,6  | 89,2  | 29 061,3  | 32 555,0  | 80 | 88,4 | 1,5 | 7,1  | 24 | Bardzo dobry                             |
| W85.6/7  | 55,5    | 49,9    | 8,5   | 9,5   | 3 101,2   | 3 474,0   | 80 | 81,4 | 1,5 | 2,4  | 27 | Dobry                                    |
| W95.6/7  | 1 791,4 | 1 621,2 | 274,2 | 307,2 | 100 097,9 | 112 131,6 | 80 | 94,1 | 1,5 | 11,0 | 34 | Bardzo dobry                             |
| W96.6/7  | 517,9   | 466,1   | 79,3  | 88,8  | 28 936,8  | 32 415,5  | 80 | 88,1 | 1,5 | 7,0  | 34 | Dobry                                    |
| W107.6/7 | 438,1   | 394,2   | 68,1  | 75,1  | 24 477,7  | 27 420,4  | 80 | 87,0 | 1,5 | 6,2  | 18 | Wylot całkowite podtopiony i niewidoczny |

<sup>1</sup>Q<sub>maxs</sub> – przepływ maksymalny sekundowy (chwilowy), <sup>2</sup>Q<sub>maxh</sub> – przepływ maksymalny godzinowy, <sup>3</sup>Q<sub>śrd</sub> – przepływ średni dobowy, <sup>4</sup>Q<sub>maxd</sub> – przepływ maksymalny dobowy, <sup>5</sup>Q<sub>śr</sub> – przepływ średni roczny, <sup>6</sup>Q<sub>rmax</sub> – przepływ maksymalny roczny, <sup>7</sup>stężenia zanieczyszczeń w wodach rzeki w przekroju przed zrzutem wód deszczowych, <sup>8</sup>stężenia zanieczyszczeń w wodach rzeki w przekroju po zrzucie wód deszczowych.

Przeprowadzono również analizę wyników dotyczących jakości wody Bytomki po zrzucie wód deszczowych. W tym celu wzięto pod uwagę maksymalną obliczeniową ilość wód deszczowych jaka może być odprowadzana do rzeki Bytomki, średni teoretyczny przepływ wód w rzece Bytomce w przyjętym przekroju obliczeniowym oraz skład fizyczno-chemiczny wód rzeki przed zrzutem wód deszczowych (zawiesina ogólna  $80 \text{ g/m}^3$ , substancje ropopochodne  $1,5 \text{ g/m}^3$ ). Jako źródło danych na temat stężenia zanieczyszczeń w wodach rzeki przed zrzutem ścieków deszczowych wskazano, cyt.: „Laboratorium 4/8, autor: mgr inż. Witold Nocoń, Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska, Polska Akademia Nauk Zabrze” [45, 46].

Z przeprowadzonej w operatach wodno-prawnych, obliczeniowej oceny wpływu wód deszczowych na jakość wód rzeki Bytomki wynika, że po wprowadzeniu do rzeki wód opadowych, stężenia zanieczyszczeń (zawiesina, substancje ropopochodne) w wodach tego odbiornika w przekroju poniżej wylotu wzrastają. Szacuje się, że stężenia te wrócą do poziomu sprzed zrzutu wód deszczowych w zależności od zasięgu oddziaływania wód deszczowych od 7 do 56 metrów. Przedstawione w operatach dane na temat stężenia zanieczyszczeń w wodach rzeki Bytomki przed zrzutem ścieków deszczowych są jednak niekompletne. Brak jest informacji dotyczących, kiedy wykonano analizę wody pobranej z rzeki Bytomki, w jakich punktach, dla ilu próbek i z jaką częstotliwością. W cytowanych opracowaniach czytamy, że: „jakość wód cieką przyjęto analogicznie jak dla pomierzonych wielkości stężeń zanieczyszczeń występujące w wodach płynących Zabrze, Bytomia lub Gliwic”. Brak precyzji sprawia, że podane stężenia wydają się być nieaktualne i nieadekwatne do rzeczywistego stężenia zanieczyszczeń przed zrzutem wód deszczowych. W związku z tym, stężenia zanieczyszczeń w wodach rzeki w przekroju po zrzucie wód deszczowych również mogą być inne niż podane w cytowanych opracowaniach. W październiku 2016 roku przeprowadzone zostały badania wód z siedmiu wylotów zlokalizowanych w dzielnicy Biskupice w celu uzyskania pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód, tj. odprowadzanie wód opadowych i roztopowych do rzeki Bytomki. Jakość odprowadzanych wód opadowych i roztopowych powinna być zgodna z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. (Dz. U. 2014 r., poz. 1800). Z otrzymanych raportów badań [48] wynika, że stężenie zawiesiny i substancji ropopochodnych w wodach pobranych bezpośrednio z wylotów spełnia wymagania postawione w obowiązującym rozporządzeniu [10].

Na podstawie wyników badań przeprowadzonych przez SGS Polska Sp. z o.o. w październiku 2016 roku [48] oraz danych dotyczących średnich i maksymalnych rocznych przepływów dla siedmiu wylotów [45], obliczone zostały roczne ładunki zawiesiny i substancji ropopochodnych wnoszonych do rzeki Bytomki wraz z wodami opadowymi z siedmiu wylotów kanalizacji deszczowej zlokalizowanych w dzielnicy miasta Zabrze-Biskupice. Wyniki badań i obliczone ładunki zanieczyszczeń przedstawiono w tabeli 12.

Tabela 12. Stężenia zanieczyszczeń i obliczone ładunki zanieczyszczeń w wodach opadowych przed zrzutem do odbiornika, na podstawie sprawozdania z badań przeprowadzonego przez SGS Polska Sp. z o.o., Pszczyna październik 2016 r. [14]

| Nr wylotu | Charakterystyczne przepływy wód deszczowych |                             | Stężenia zanieczyszczeń w wodach opadowych [mg/dm <sup>3</sup> ] |                         | Ładunek zanieczyszczeń [kg/rok] |           |                         |           |
|-----------|---|-----------------------------|--|-------------------------|---------------------------------|-----------|-------------------------|-----------|
|           | Qrśr [m <sup>3</sup> /rok]                  | Qrmax [m <sup>3</sup> /rok] | Zawiesiny ogólne   | Substancje ropopochodne | Zawiesina                       |           | Substancje ropopochodne |           |
|           |   |                             |  |                         | Dla Qrśr                        | Dla Qrmax | Dla Qrśr                | Dla Qrmax |
| W6.24/6   | 1361,5                                      | 1525,2                      | 49,00  | 0,25                    | 66,7                            | 74,7      | 0,3                     | 0,4       |
| W9.24/6   | 12787,3                                     | 14324,5                     | 27,5   | 0,10                    | 351,7                           | 393,9     | 1,3                     | 1,4       |
| W10.24/6  | 17412,5                                     | 19505,8                     | 26,2   | <0,10                   | 456,2                           | 511,1     | 0,9                     | 1,0       |
| W12.24/6  | 19436,4                                     | 21773,1                     | <2   | <0,10                   | 19,4                            | 21,8      | 1,0                     | 1,1       |
| W14.24/6  | 13274,4                                     | 14870,3                     | 3,20   | <0,10                   | 42,5                            | 47,6      | 0,7                     | 0,7       |
| W17.24/6  | 11518,5                                     | 12903,2                     | 20,60  | 0,15                    | 237,3                           | 265,8     | 1,7                     | 1,9       |
| W20a.24/6 | 27942,4                                     | 31301,6                     | 3,20   | <0,10                   | 89,4                            | 100,2     | 1,4                     | 1,6       |

<sup>1</sup>Qrśr – przepływ średni roczny, <sup>2</sup>Qrmax – przepływ maksymalny roczny.

Najwyższymi przepływami Qrśr = 27 942,4 m<sup>3</sup>/r i Qrmax = 31 301,6 m<sup>3</sup>/r charakteryzował się wylot nr W20a.24/6, pomimo tego wody dopływające tym wylotem do rzeki Bytomki nie wniosły najwyższych ładunków zanieczyszczeń. Spośród siedmiu zbadanych próbek pobranych z wylotów wód opadowych, największy ładunek zawiesin wniosły wody pobrane z wylotu nr W10.24/6, odpowiednio dla Qrśr – 456,2 kg/rok i dla Qrmax – 511,0 kg/rok. Natomiast największy ładunek substancji ropopochodnych wnoszony był wraz z wodami z wylotu nr W17.24/6 i wyniósł odpowiednio, 1,7 kg/rok dla Qrśr i 1,9 kg/rok dla Qrmax. W przypadku wyników poniżej granicy oznaczalności danej metody analitycznej zastosowano zasadę, że wyniki pomiaru są ustalane na poziomie połowy wartości granicy oznaczalności. Metodę tą zastosowano w oparciu o Dyrektywę Komisji 2009/90/WE z dnia 31 lipca 2009 r. ustanawiającą, na mocy dyrektywy 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, specyfikację techniczną w zakresie analizy i monitorowania stanu chemicznego wód [49]. Dyrektywa ma zastosowanie do obliczania wartości średnich. Obliczenie ładunku zanieczyszczeń przyjęto w analogiczny sposób w przypadku wyników poniżej granicy oznaczalności.

Wykonane obliczenia nie stanowią jednak pełnej informacji na temat ładunków zanieczyszczeń wnoszonych wraz z wodami opadowymi i spływami powierzchniowymi do rzeki Bytomki. Dostarczone dane odnosiły się jedynie do siedmiu z dwudziestu ośmiu wylotów kanalizacji deszczowej na terenie gminy miejskiej Zabrze. Poza tym przeprowadzono jedynie pojedynczą kampanię po-



miarową. Dlatego za zasadne wydaje się prowadzenie w przyszłości regularnych badań wód doprowadzanych kanalizacją deszczową do rzeki Bytomki, tak aby na bieżąco kontrolować stan czystości odbiornika. Monitoring jakości tych wód należałoby prowadzić w różnych porach roku, uwzględniając m.in. pory roztopów wiosennych. Jak podaje Pluta K. i Mrowiec M. (2015), właśnie powierzchniowe spływy roztopowe, które cechuje znacznie większy ładunek zanieczyszczeń przy niższej intensywności przepływu, stanowią poważny problem. Związane jest to głównie ze sposobem utrzymywania dróg, a także akumulacją zanieczyszczeń na powierzchniowej warstwie śniegu. Spływy roztopowe cechuje także duża zawartość chlorków oraz zawiesin mineralnych, co wynika głównie ze sposobu zimowego utrzymania dróg [8]. Taki monitoring wód opadowych i roztopowych uwzględniający wszystkie pory roku, dałby pełen obraz na temat jakości ścieków deszczowych i ładunków zanieczyszczeń wprowadzanych razem z tymi wodami do rzeki Bytomki. Aby umożliwić wiarygodną analizę zanieczyszczeń wprowadzanych do odbiornika wraz ze ściekami deszczowymi, badania należałoby przeprowadzić jednocześnie dla wód deszczowych pobranych bezpośrednio z wylotów, jak również dla wód rzeki przed i po zrzucie wód deszczowych i roztopowych.

Należy również podkreślić, że pomimo, iż Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. (Dz. U. 2014 r., poz. 1800) mówi tylko o kontrolowaniu dwóch parametrów: zawiesiny i substancji ropopochodnych, wody deszczowe i roztopowe mogą wprowadzać do odbiornika znaczne ładunki nie tylko tych zanieczyszczeń, ale także metali ciężkich, związków biogennych, a nawet materiał bakteriologiczny. Dane literaturowe wskazują, że w spływach powierzchniowych możliwe jest do zidentyfikowania ponad 650 substancji organicznych oraz 30 metali i śladowych związków nieorganicznych, które mogą być zawarte w ściekach opadowych [50].

Niewralgicznymi punktami na sieci kanalizacyjnej, które przyczyniają się w istotny sposób do pogorszenia stanu sanitarnego i czystości wód rzek są między innymi wyloty kanału deszczowego. Stan wylotów w rejonie Zabrzeza określany jest jako bardzo dobry (trzyście wylotów) lub dobry (trzyście wylotów). Brak jest informacji na temat stanu technicznego dwóch wylotów. Z cytowanych operatów wodnoprawnych wynika, że konstrukcja każdego z wylotów wraz z jego umocnieniami i umocnienia cieku, w przeciętnych warunkach przepływu, zabezpieczy koryto cieku przed erozyjnym działaniem wpływających wód opadowych i roztopowych. Ważne, aby wyloty były regularnie czyszczone z porastających je roślin. Zaleca się również wykonanie prac remontowych, szczególnie wylotów, których stan techniczny określany jest jako dobry.

Wody deszczowe w poszczególnych zlewniach są ujmowane za pomocą wpustów deszczowych, z których część wyposażona jest w osadniki. Przed wylotami nr W6.24/6, W9.24/6, W10.24/6, W12.24/6, W14.24/6, W17.24/6 i W20a.24/6 zlokalizowanymi na terenie Zabrzeza Biskupice zainstalowano

zespół urządzeń podczyszczających wody deszczowe składający się ze żwirownika i separatora z wkładem koalescencyjnym lamelowym. Żwirownik służy do zatrzymywania większych zanieczyszczeń mechanicznych, separator natomiast do zatrzymywania substancji ropopochodnych i drobnej zawiesiny. Zastosowane w separatorach wkłady lamelowe odporne są na rozkład biologiczny i działanie substancji ropopochodnych. Ponadto wyposażone są w układ zamykający, który po zgromadzeniu maksymalnej ilości substancji ropopochodnych samoczynnie zamyka jego odpływ zapobiegając w ten sposób zanieczyszczeniu odbiornika. Dodatkowo separatory posiadają obejście hydrauliczne (by-pass) poprowadzone wewnątrz, które pozwala przejąć dopływ wód dziesięciokrotnie większy od dopływu nominalnego. Przed wylotami nr W23.6/7, W26.6/7, W32.6/7, W46.6/7, W49.6/7, W51.6/7, W54.6/7, W61.6/7, W62.6/7, W64.6/7, W68.6/7, W70.6/7, W76.6/7, W77.6/7, W80.6/7, W83.6/7, W84.6/7, W85.6/7, W95.6/7, W96.6/7 i W107.6/7 nie są aktualnie zabudowane urządzenia podczyszczające.

Zgodnie z § 23.1 obowiązującego Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 roku, przeglądy eksploatacyjne urządzeń oczyszczających muszą być wykonywane co najmniej dwa razy w roku. Brak regularnego czyszczenia żwirowników i separatorów stanowi jedno z zagrożeń, które mogą wystąpić podczas eksploatacji istniejących sieci i urządzeń kanalizacji deszczowej. Do innych tego typu zagrożeń można zaliczyć brak regularnego czyszczenia „kieszeni” osadowych we wpustach deszczowych, co może doprowadzić do zamulenia sieci i ich niedrożności oraz możliwość mechanicznego uszkodzenia sieci, studzienek, żwirowników, separatorów, wpustów i wylotu brzegowego. W związku z powyższym tak istotnym jest odpowiednia eksploatacja sieci oraz zamontowanych urządzeń oczyszczających. Należy podkreślić, że z uwagi na okresowy przepływ wód deszczowych i ich nieprzewidywalną zmienność ilościową, nie zastosowano i nie planuje się zastosować urządzeń mierzących wielkość przepływu wód opadowych i roztopowych na terenie gminy miejskiej Zabrze.

#### 5.1.4. Literatura do rozdziału

1. Ociepa E.: *Ocena zanieczyszczenia ścieków deszczowych trafiających do systemów kanalizacyjnych*. Inżynieria i Ochrona Środowiska, **14**, 4, 357–364 (2011a).
2. Ociepa E., A. Kisiel, J. Lach: *Ochrona wód powierzchniowych przed zrzutami ścieków deszczowych z sieci kanalizacyjnych*, Proceedings of ECOpole, **3**, 1, 115–120 (2009).
3. Sawicka-Siarkiewicz H.: *Ograniczenie zanieczyszczeń w spływach powierzchniowych dróg – Ocena technologii i zasady wyboru*. Wydawnictwo Instytutu Ochrony Środowiska, Warszawa, 9–53 (2003).

4. Mrowiec M.: Efektywne wymiarowanie i dynamiczna regulacja kanalizacyjnych zbiorników retencyjnych. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, **171**, Częstochowa (2009).
5. Królikowski A., K. Grabarczyk, J. Gwoździej-Marur, A. Butarewicz: Osady powstające w obiektach systemu kanalizacji deszczowej, Monografia Komitetu Inżynierii Środowiska PAN, Lublin, **35** (2006).
6. Królikowska J., A. Królikowski: Wody opadowe. Odprowadzanie, zagospodarowanie, podczyszczanie i wykorzystanie. Wydawnictwo „Seidel-Przywecki” Sp. z o.o., Józefosław (2012).
7. Molenda T.: *Dynamika zmian wybranych zanieczyszczeń w spływach powierzchniowych zlewni zurbanizowanej*. Infrastruktura terenów wiejskich, PAN Oddział w Krakowie, **4**, 3, 117–124 (2006).
8. Pluta K., M. Mrowiec: *Analiza oddziaływania systemów kanalizacyjnych na odbiornik*. Inżynieria Ekologiczna Ecological Engineering, **45**, 183–194 (2015).
9. Ociepa E.: *Sposoby ograniczenia niekorzystnego wpływu zrzutu ścieków opadowych*. Chemia. Dydaktyka. Ekologia. Metrologia, **16**, 1–2, 47–50 (2011b).
10. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 roku w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. 2014, poz. 1800).
11. Decyzja z dnia 31.01.2017 r. (znak ZEC.6341.17.2016), w sprawie udzielenia Bytomskiemu Przedsiębiorstwu Komunalnemu Sp. z o.o. z siedzibą w Bytomiu przy Pl. Kościuszki 11 pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód, tj. wprowadzanie wód opadowych i roztopowych pochodzących z terenu dzielnicy Stolarzowice-Górniki w Bytomiu wylotami W6, W8, W9 do wód, tj. cieku Rokitnickiego – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
12. Decyzja z dnia 10.03.2016 r. (znak ZEC.6341.33.2015), w sprawie udzielenia spółce Fortum Bytom S.A., ul. Elektrownia 18, 41-908 Bytom, pozwolenia wodnoprawnego na wprowadzanie ścieków przemysłowych oraz wód opadowych i roztopowych, pochodzących z terenu Elektrociepłowni Szombierki z siedzibą w Bytomiu przy ul. Kosynierów 30, do rzeki Bytomki wylotami W-3 (km 21+220), W-4 (km 21+280), W-5 (km 21+360), W-6 (km 21+370), W-7 (km 21+410) – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
13. Decyzja z dnia 19.05.2016 r. (znak ZEC.6341.5.2016), w sprawie udzielenie Miejskiemu Zarządowi Dróg i Infrastruktury Informatycznej w Zabrze,

- tj. jednostce budżetowej Miasta Zabrze pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód, tj. wprowadzanie wód opadowych i roztopowych do Płotu Rokitnickiego poprzez wylot WY w km 10+551 – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
14. Decyzja z dnia 01.06.2016 r. (znak ZEC.6341.10.2016), w sprawie udzielenia Miejskiemu Zarządowi Dróg i Infrastruktury Informatycznej w Zabrzu, tj. jednostce budżetowej Miasta Zabrze pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód, tj. wprowadzanie wód opadowych i roztopowych do Płotu Rokitnickiego poprzez wylot W1 w km 11+690 – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
  15. Decyzja z dnia 05.05.2015 r. (znak ZEC.6341.5.2015), w sprawie udzielenia Miejskiemu Zarządowi Dróg i Infrastruktury Informatycznej w Zabrzu pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód w zakresie wprowadzania wód opadowych i roztopowych poprzez istniejący wylot WS w km 0+290 potoku Mikulczyckiego – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
  16. Decyzja z dnia 05.05.2015 r. (znak ZEC.6341.4.2015), w sprawie udzielenia Miejskiemu Zarządowi Dróg i Infrastruktury Informatycznej w Zabrzu pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód w zakresie wprowadzania wód opadowych i roztopowych poprzez istniejący wylot WR w km 0+285 potoku Mikulczyckiego – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
  17. Decyzja z dnia 07.05.2015 r. (znak ZEC.6341.9.2015), w sprawie udzielenia Miejskiemu Zarządowi Dróg i Infrastruktury Informatycznej w Zabrzu pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód, tj. wprowadzanie wód opadowych i roztopowych poprzez istniejący wylot brzegowy WT w km 1+312 potoku Mikulczyckiego – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
  18. Decyzja z dnia 07.05.2015 r. (znak ZEC.6341.8.2015), w sprawie udzielenia Miejskiemu Zarządowi Dróg i Infrastruktury Informatycznej w Zabrzu pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód, tj. wprowadzanie wód opadowych i roztopowych poprzez istniejący wylot brzegowy WO w km 1+305 potoku Mikulczyckiego – Załącznik do pisma z dnia

- 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
19. Decyzja z dnia 22.06.2015 r. (znak ZEC.6341.12.2015), w sprawie udzielenia Bytomskiemu Przedsiębiorstwu Komunalnemu Sp. z o.o. z siedzibą w Bytomiu przy Pl. Kościuszki 11 pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód w zakresie odprowadzania wód opadowych i roztopowych wylotem kanalizacji deszczowej W2 do cieku Julka (Rowu Miechowickiego) w km 0+900 – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
  20. Decyzja z dnia 22.06.2015 r. (znak ZEC.6341.13.2015), w sprawie udzielenia Bytomskiemu Przedsiębiorstwu Komunalnemu Sp. z o.o. z siedzibą w Bytomiu przy Pl. Kościuszki 11 pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód w zakresie odprowadzania wód opadowych i roztopowych wylotem kanalizacji deszczowej W1 do cieku Julka (Rowu Miechowickiego) w km 0+717 – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
  21. Decyzja z dnia 15.01.2014 r. (znak NI/021-P-28/15/13/835), w sprawie udzielenia Kompani Węglowej S.A. Oddział KWK „Bobrek-Centrum” Ruch „Centrum”, 41-905 Bytom, ul. Konstytucji 76 pozwolenia na szczególne korzystanie z wód, tj. wprowadzanie wód pochodzących z odwadniania zakładu górniczego oraz wód opadowych i roztopowych do wód rzeki Bytomki, istniejącym wylotem w km 22+354 – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
  22. Decyzja z dnia 11.09.2013 r. (znak ZEC.6341.15.2013), w sprawie udzielenia zakładowi Conbelts Bytom S.A., ul. Szyby Rycerskie 4, 41-902 Bytom pozwolenia wodnoprawnego na wprowadzanie oczyszczonych ścieków – wód opadowych i roztopowych do rzeki Bytomki – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
  23. Decyzja z dnia 31.01.2012 r. (znak ZEC.6341.28.2011), w sprawie udzielenia Bytomskiemu Przedsiębiorstwu Komunalnemu Sp. z o.o. z siedzibą w Bytomiu przy Pl. Kościuszki 11 pozwolenia wodnoprawnego na wprowadzanie wód opadowych i roztopowych istniejącym, przebudowanym wylotem W Ø 1200 mm z pompowni ścieków „Przelotowa” do Rowu Miechowickiego w Bytomiu – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak

- ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
24. Decyzja z dnia 16.01.2012 r. (znak ZE.6341.27.2011), w sprawie udzielenia Armada Development S.A., ul. Zabrzeńska 7, 41-907 Bytom pozwolenia wodnoprawnego na odprowadzanie wód opadowych i roztopowych z terenów zlewni I i II zlokalizowanych w Bytomiu Szombierkach wylotem W-1 istniejącego rowu otwartego co cieku bez nazwy w km 00+342, będącego dopływem rzeki Bytomki w km 15+920 – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
25. Decyzja z dnia 14.04.2011 r. (znak ZE.6341.10.2011), w sprawie udzielenia Bytomskiemu Przedsiębiorstwu Komunalnemu Sp. z o.o. z siedzibą w Bytomiu przy Pl. Kościuszki 11 pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód w zakresie odprowadzania wód opadowych i roztopowych z rejonu Osiedla Arki Bożka w Bytomiu istniejącym wylotem do Rowu Granicznego w km 1+868 – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
26. Decyzja z dnia 05.04.2011 r. (znak ZE.6341.7.2011), w sprawie udzielenia Bytomskiemu Przedsiębiorstwu Komunalnemu Sp. z o.o. z siedzibą w Bytomiu przy Pl. Kościuszki 11 pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód w zakresie odprowadzania wód opadowych i roztopowych z rejonu ulicy Wyzwolenia od nr 40 do 80 w Bytomiu Szombierkach istniejącym wylotem W-VI/6 do rzeki Bytomki w km 19+925 – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
27. Decyzja z dnia 06.03.2011 r. (znak ZE.6341.6.2011), w sprawie udzielenia Bytomskiemu Przedsiębiorstwu Komunalnemu Sp. z o.o. z siedzibą w Bytomiu przy Pl. Kościuszki 11 pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód w zakresie odprowadzania wód opadowych i roztopowych z rejonu ulic: Chrzanowskiego, Wrocławskiej. K. Estreichera, S. Bato-rego, L. Wyczółkowskiego w Bytomiu istniejącym wylotem W-I/7 do rzeki Bytomki w km 19+610 – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
28. Decyzja z dnia 05.04.2011 r. (znak ZE.6341.5.2011), w sprawie udzielenia Bytomskiemu Przedsiębiorstwu Komunalnemu Sp. z o.o. z siedzibą w Bytomiu przy Pl. Kościuszki 11 pozwolenia wodnoprawnego na szczególne



- korzystanie z wód w zakresie odprowadzania wód opadowych i roztopowych w rejonu ulicy Wyzwolenia od nr 14 do 38 w Bytomiu Szombierkach istniejącym wylotem W-VI/5 do rzeki Bytomki w km 20+140 – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
29. Decyzja z dnia 05.04.2011r, (znak ZE.6341.4.2011), w sprawie udzielenia Bytomskiemu Przedsiębiorstwu Komunalnemu Sp. z o.o. z siedzibą w Bytomiu przy Pl. Kościuszki 11 pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód w zakresie odprowadzania wód opadowych i roztopowych w rejonu ulic: Wyzwolenia od nr 2 do 12, Pomorskiej, Karpackiej w Bytomiu Szombierkach istniejącym wylotem W-VI/4 do rzeki Bytomki w km 20+250 – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
  30. Decyzja z dnia 05.04.2011r, (znak ZE.6341.3.2011), w sprawie udzielenia Bytomskiemu Przedsiębiorstwu Komunalnemu Sp. z o.o. z siedzibą w Bytomiu przy Pl. Kościuszki 11 pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód w zakresie odprowadzania wód opadowych i roztopowych w rejonu ulic: M. Mochnackiego, Z. Rostkowskiego, Podhalańskiej, S. Małachowskiego w Bytomiu Szombierkach istniejącym wylotem W-VI/3 do rzeki Bytomki w km 20+350 – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
  31. Decyzja z dnia 05.03.2011 r. (znak Ze.6341.2.2011), w sprawie udzielenia Bytomskiemu Przedsiębiorstwu Komunalnemu Sp. z o.o. z siedzibą w Bytomiu przy Pl. Kościuszki 11 pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód w zakresie odprowadzania wód opadowych i roztopowych z rejonu ulic: A. Frycza-Modrzewskiego, Gen. Grota-Roweckiego, B. Krupińskiego, A. Piątka, W. Witosa w Bytomiu Szombierkach istniejącym wylotem W-VI/2 do rzeki Bytomki w km 15+790 – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
  32. Decyzja z dnia 18.03.2011 r. (znak ZE.6341.1.2011), w sprawie udzielenia P.H.U.P. MAX-FOOD Stacja Obsługi Samochodów, ul. Łagiewnicka 36, 41-902 Bytom pozwolenia wodnoprawnego na wprowadzanie do urządzeń kanalizacyjnych, będących własnością innych podmiotów, ścieków przemysłowych zawierających substancje szczególnie szkodliwe dla środowiska wodnego, pochodzących z myjni samochodowej Stacji Obsługi Samochodów oraz pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód w zakresie wprowadzania wód opadowych i roztopowych pochodzących z terenu Stacji



- Obsługi pojazdów do rowu Granicznego istniejącymi wylotami W1, W2 i W3 – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
33. Decyzja z dnia 07.02.2011 r. (znak ZE.6210-18/10), w sprawie udzielenia Miejskiemu Zarządowi Dróg i mostów w Bytomiu pozwoleń wodnoprawnych na szczególne korzystanie z wód w zakresie wprowadzania do wód i do ziemi ścieków opadowych i roztopowych pochodzących z odwadniania pasa drogowego Obwodnicy Północnej Aglomeracji Górnośląskiej – Etap III – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
34. Decyzja z dnia 26.07.2010 r. (znak ZE.6210-09/10), w sprawie udzielenia Miejskiemu Zarządowi Dróg i mostów w Bytomiu pozwoleń wodnoprawnych na szczególne korzystanie z wód, tj. odprowadzania wód opadowych pochodzących z odwadniania pasa drogowego Obwodnicy Północnej Aglomeracji Górnośląskiej – Etap III – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
35. Decyzja z dnia 10.05.2010 r. (znak ZE.6210-8/10), w sprawie udzielenia Bytomskiemu Przedsiębiorstwu Komunalnemu Sp. z o.o. z siedzibą w Bytomiu przy Pl. Kościuszki 11, pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód w zakresie wprowadzania wód opadowych i roztopowych z rejonu z rejonu ulic Cicha, Kołobrzaska, Miodowa, Mikołaja, Łączna, Bema i Tuwima w Bytomiu, istniejącym wylotem Ø 500 mm do rozlewiska rowu Granicznego – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
36. Decyzja z dnia 11.02.2009 r. (znak ZE.6210-13/08), w sprawie udzielenia Bytomskiemu Przedsiębiorstwu Komunalnemu Sp. z o.o. z siedzibą w Bytomiu przy Pl. Kościuszki 11 pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód w zakresie wód opadowych i roztopowych w rejonie ulicy Niemcewicza w Bytomiu do rowu Miechowickiego w km 1+440 – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
37. Decyzja z dnia 16.02.2009 r. (znak ZE.6210-13/08), w sprawie udzielenia Bytomskiemu Przedsiębiorstwu Komunalnemu Sp. z o.o. z siedzibą w Bytomiu przy Pl. Kościuszki 11 pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód w zakresie wód opadowych i roztopowych w rejonie ulicy Orzegowskiej w Bytomiu istniejącym wylotem kanalizacji deszczowej

- do rzeki Bytomki w km 15+050 – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
38. Decyzja z dnia 03.08.2009 r. (znak ZE.6210-11/09), w sprawie udzielenia Bytom Property Sp. z o.o. Al. Jerozolimskie 148, 02-326 Warszawa pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód w zakresie wprowadzania podczyszczonych wód opadowych i roztopowych z terenu Centrum Handlowego Plejada zlokalizowanego w Bytomiu Miechowicach przy Al. Jana Nowaka Jeziorańskiego 25 do rowu Miechowickiego w km 2+500 brzeg prawy – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
  39. Decyzja z dnia 04.05.2009 r. (znak ZE.6210-3/09), w sprawie udzielenia Bytomskiemu Przedsiębiorstwu Komunalnemu Sp. z o.o. z siedzibą w Bytomiu przy Pl. Kościuszki 11, pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód w zakresie wprowadzania wód opadowych i roztopowych z terenu osiedla Adamka, ulic św. Cyryla i Metodego oraz Armii Krajowej poprzez rów otwarty do rowu Granicznego w km 1+609 – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
  40. Decyzja z dnia 17.08.2009 r. (ZE.6210-12/09), w sprawie udzielenia PPUH Synkret Sp. z o.o., ul. Długa 69, 41-506 Chorzów pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód w zakresie odprowadzania oczyszczonych wód deszczowych i ścieków sanitarnych do rzeki Bytomki w km 17+200 w Bytomiu – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych”.
  41. Operat wodnoprawny na odprowadzenie wód opadowych i roztopowych z terenu stacji paliw i terenów przyległych przy ul. Łąkach w Rudzie Śląskiej do rzeki Bytomki w km 12+930 – działka nr 328/108, maj 2015 r.
  42. Pozwolenie wodnoprawne wydane na podstawie ww. operatu wodnoprawnego, lipiec 2015 r. Decyzja nr 19/2015.
  43. Borchardt D., F. Sperling: *Urban stormwater discharges ecological effects on receiving waters and consequences for technical measures*. Water Science & Technology, **36**, 8–9, 173–179 (1997).
  44. Pismo nr TK/100/25-27A/2017 PWiK Sp. z o.o. w Rudzie Śląskiej, Ruda Śląska 30.08.2017 r.
  45. Operat wodno-prawny na odprowadzenie wód opadowych i roztopowych wylotami nr W6.24/6, W9.24/6, W10.24/6, W12.24/6, W14.24/6, W17.24/6 i W20a.24/6 do rzeki Bytomki. Zabrze, lipiec 2016 r.
  46. Pozwolenie wodnoprawne wydane na podstawie ww. operatu wodnoprawnego, grudzień 2016 r. Decyzja nr ŚR – 1010/2016.

47. Operat wodno-prawny na odprowadzenie wód opadowych i roztopowych wylotami nr W23.6/7, W26.6/7, W32.6/7, W46.6/7, W49.6/7, W51.6/7, W54.6/7, W61.6/7, W62.6/7, W64.6/7, W68.6/7, W70.6/7, W76.6/7, W77.6/7, W80.6/7, W83.6/7, W84.6/7, W85.6/7, W95.6/7, W96.6/7 i W107.6/7 do rzeki Bytomki.
48. Wyniki analiz wód opadowych przed zrzutem do rzeki Bytomki dla siedmiu wylotów zlokalizowanych w dzielnicy miasta Zabrze, Biskupice. SGS Polska Sp. z o.o., Pszczyna październik 2016 r.
49. Dyrektywa Komisji 2009/90/WE z dnia 31 lipca 2009 r. ustanawiająca, na mocy dyrektywy 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, specyfikacje techniczne w zakresie analizy i monitorowania stanu chemicznego wód.
50. Eriksson E., A. Baun, L. Scholes, A. Ledin, S. Ahlman, M. Revitt, C. Noutsopoulos, P.S. Mikkelsen: *Selected stormwater priority pollutants – a European perspective*. Science of the Total Environment, **383**, 1–3, 41–51 (2007).

## 5.2. Ścieki komunalne

W rozdziale tym scharakteryzowano oczyszczalnie ścieków odprowadzające oczyszczone ścieki do wód rzeki Bytomki. Dwa z omawianych obiektów znajdują się w Bytomiu, jeden w Rudzie Śląskiej oraz dwa w Zabrzu. Nazwy własne oraz adresy przedmiotowych oczyszczalni ścieków zostały przedstawione w tabeli 13.

Tabela 13. Oczyszczalnie ścieków odprowadzające oczyszczone ścieki do rzeki Bytomki

| Oczyszczalnia ścieków  | Adres oczyszczalni ścieków            |
|--|---------------------------------------|
| Oczyszczalnia ścieków Miechowice<br>Bytomskie Przedsiębiorstwo Komunalne Sp. z o.o.                        | ul. Łaszczyka<br>41-923 Bytom         |
| Oczyszczalnia ścieków Bobrek<br>Bytomskie Przedsiębiorstwo Komunalne Sp. z o.o.                            | ul. Niemcewicza<br>41-905 Bytom       |
| Oczyszczalnia ścieków Orzegów<br>Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.<br>w Rudzie Śląskiej | ul. Bytomska 70<br>41-704 Ruda Śląska |
| Oczyszczalnia ścieków Śródmieście<br>Zabrzeńskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji                 | ul. Pestalozziego 10<br>41-819 Zabrze |
| Oczyszczalnia ścieków Mikulczyce<br>Zabrzeńskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji                  | ul. Leśna 168<br>41-800 Zabrze        |

Dane niezbędne do wykonania ww. opisu zostały zaczerpnięte z:

- a) Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej – Sprawozdania Krajowego programu oczyszczania ścieków komunalnych (KPOŚK),

- b) dokumentacji przekazanej przez przedmiotowe oczyszczalnie ścieków,
- c) stron internetowych oczyszczalni ścieków.

W oparciu o powyższe informacje i dane, dla każdej z oczyszczalni ścieków obliczono procent redukcji zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych wprowadzanych do wód. Obliczone wartości zostały odniesione do wartości minimalnych ujętych w Rozporządzeniu 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 (Dz.U. 2014 r., poz. 1800) [1].

### 5.2.1. Oczyszczalnia ścieków Miechowice – Bytom

Oczyszczalnia ścieków Miechowice, zlokalizowana jest na terenie gminy miejskiej Bytom i stanowi obiekt technologiczny prowadzący mechaniczno-biologiczne oczyszczanie ścieków. Maksymalna przepustowość oczyszczalni wynosi 12000 m<sup>3</sup>/d, a średnia 3716 m<sup>3</sup>/d. Projektowa wydajność oczyszczalni to 30 710 RLM. Zgodnie z KPOŚK (2015) przedmiotowy obiekt stanowi oczyszczalnię biologiczną z podwyższonym usuwaniem związków azotu (N) i fosforu (P), spełniającą standardy odprowadzanych ścieków dla aglomeracji >100 000 RLM (aglomeracja – wszystkie oczyszczalnie na obszarze gminy) [2]. Obiekt ten został oddany do użytku po zakończeniu jego modernizacji i rozbudowy w grudniu 2009 roku. Modernizację przeprowadzono w ramach projektu „Poprawa gospodarki wodno-ściekowej na terenie gminy Bytom” dofinansowanego z Funduszu Spójności. Działania te obejmowały m.in.: wymianę urządzeń zwiększających sprawność oczyszczalni, remont trzech reaktorów biologicznych oraz budowę stacji zlewnej ścieków dowożonych wozami asenizacyjnymi [3]. Oczyszczalnia posiada ważne pozwolenie wodnoprawne na wprowadzanie do rowu Miechowickiego w km 3+458 (istniejącym wylotem kolektora Ø700 mm), oczyszczonych ścieków komunalnych w łącznej maksymalnej ilości  $Q_{sr/dob} = 12\,000\text{ m}^3/\text{d}$  [4]. Następnie ścieki te trafiają do wód rzeki Bytomki (odbiornik III rzędu), która uchodzi do Kłodnicy, a finalnie do Odry. Ilość oczyszczanych ścieków komunalnych ogółem w roku 2015 wyniosła 1 356,4 tys. m<sup>3</sup>/r i była równa ilości ścieków odprowadzonych do rzeki Bytomki [2]. W tabeli 14 przedstawiono procent redukcji poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych na przestrzeni lat 2006–2015, obliczone w oparciu o dane zaczerpnięte z KPOŚK [2, 5]. W związku z brakiem dokumentacji dotyczącej charakterystyki wód powierzchniowych powyżej i poniżej zrzutu ścieków oczyszczonych, w niniejszym opracowaniu nie ujęto ww. danych.

Tabela 14. Oczyszczalnia ścieków Miechowice – procent redukcji zanieczyszczeń [1]

| Rok                     | BZT <sub>5</sub> | ChZT | Zawiesina <sub>og</sub> | N <sub>og</sub> | P <sub>og</sub> |
|-------------------------|------------------|------|-------------------------|-----------------|-----------------|
| 2006                    | 98               | 96   | 93                      | 86              | 89              |
| 2007                    | 98               | 96   | 94                      | 85              | 81              |
| 2008                    | 99               | 94   | 95                      | 88              | 88              |
| 2009                    | 99               | 95   | 99                      | 88              | 100             |
| 2010                    | 98               | 96   | 98                      | 85              | 83              |
| 2011                    | 99               | 97   | 99                      | 93              | 89              |
| 2012                    | 99               | 98   | 99                      | 99              | 89              |
| 2013                    | 99               | 97   | 98                      | 91              | 92              |
| 2014                    | 99               | 97   | 97                      | 91              | 91              |
| 2015                    | 98               | 96   | 97                      | 87              | 88              |
| *Wymagany<br>% redukcji | 90               | 75   | 90                      | 70–80           | 80              |

\* Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2014 r. (Dz.U. 2014 r., poz. 1800)

W oparciu o obliczone wartości procentów redukcji poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń stwierdzono, że oczyszczalnia ścieków Miechowice spełnia warunki ujęte w załączniku 2 do Rozporządzenia 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 (Dz.U. 2014 r., poz. 1800) [1]. Ponadto, wszystkie z rozpatrywanych wskaźników posiadają wysoki procent redukcji, co świadczy o wysokiej efektywności oczyszczania ścieków w przedmiotowej oczyszczalni.

### 5.2.2. Oczyszczalnia ścieków Bobrek – Bytom

Oczyszczalnia ścieków Bobrek, zlokalizowana jest na terenie gminy miejskiej Bytom i przyjmuje ścieki z całej dzielnicy Bobrek. Jest to obiekt technologiczny prowadzący mechaniczne i biologiczne procesy oczyszczania ścieków. Maksymalna przepustowość oczyszczalni to 1 200 m<sup>3</sup>/d, z kolei średnia 586 m<sup>3</sup>/d. Projektowa wydajność oczyszczalni to 2700 RLM. Zgodnie z KPOŚK (2015) przedmiotowy obiekt stanowi oczyszczalnię biologiczną z podwyższonym usuwaniem związków azotu (N) i fosforu (P), spełniającą standardy odprowadzanych ścieków dla aglomeracji >100 000 RLM [2]. Obiekt ten został oddany do użytku po modernizacji w kwietniu 2010 roku. Modernizacja i rozbudowa obejmowały m.in.: budowę nowej stacji mechanicznego oczyszczania oraz pompownię ścieków, zamianę biologicznego oczyszczania ścieków na zło-

żach na oczyszczanie metodą osadu czynnego, jak również wprowadzenie mechanicznego odwadniania osadu na prasie taśmowej [6]. Oczyszczalnia posiada ważne pozwolenie wodnoprawne na szczególne korzystanie z wód, w zakresie wprowadzania oczyszczonych ścieków komunalnych pochodzących z oczyszczalni ścieków Bobrek do wód rowu Miechowskiego w km 0+970 (istniejącym wylotem Ø400 mm), w łącznej maksymalnej ilości  $Q_{\text{śr/dob}} = 800 \text{ m}^3/\text{d}$ , z którego trafiają one do rzeki Bytomki [7]. Ilość oczyszczanych ścieków komunalnych ogółem w roku 2015 wyniosła 214 tys.  $\text{m}^3/\text{r}$  i była równa ilości ścieków odprowadzonych do odbiornika, jakim w przypadku przedmiotowej oczyszczalni jest rów Miechowski [2]. W tabeli 15 przedstawiono procent redukcji poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych na przestrzeni lat 2006–2015, obliczone w oparciu o dane zaczerpnięte z KPOŚK [2, 5]. W związku z brakiem dokumentacji dotyczącej charakterystyki wód powierzchniowych powyżej i poniżej zrzutu ścieków oczyszczonych, w niniejszym opracowaniu nie ujęto ww. danych.

Tabela 15. Oczyszczalnia ścieków Bobrek – procent redukcji zanieczyszczeń [1]

| Rok                 | BZT <sub>5</sub> | ChZT | Zawiesina <sub>og</sub> | N <sub>og</sub> | P <sub>og</sub> |
|---------------------|------------------|------|-------------------------|-----------------|-----------------|
| 2006                | 95               | 93   | 97                      | 55              | 38              |
| 2007                | 95               | 90   | 93                      | 49              | 49              |
| 2008                | 95               | 89   | 90                      | 51              | 27              |
| 2009                | 97               | 92   | 96                      | 53              | 25              |
| 2010                | 97               | 95   | 97                      | 77              | 75              |
| 2011                | 95               | 93   | 96                      | 78              | 80              |
| 2012                | 97               | 94   | 97                      | 82              | 84              |
| 2013                | 98               | 96   | 97                      | 86              | 81              |
| 2014                | 98               | 95   | 98                      | 76              | 83              |
| 2015                | 99               | 97   | 98                      | 80              | 83              |
| Wymagany % redukcji | 70–90            | 75   | 90                      | *_              | *_              |

\* Wartości wymagane wyłącznie w ściekach wprowadzanych do jezior i ich dopływów oraz bezpośrednio do sztucznych zbiorników wodnych usytuowanych w wodach płynących

Na podstawie obliczonych wartości procentów redukcji każdego z rozpatrywanych wskaźników zanieczyszczeń stwierdzono, że oczyszczalnia ścieków Bobrek spełnia warunki ujęte w załączniku 2 do Rozporządzenia 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 (Dz.U. 2014 r., poz. 1800) [1]. Ponadto modernizacja obiektu zakończona w 2010 roku umożliwiła uzyska-

nie wyższego stopnia redukcji związków azotu i fosforu. Aktualnie oczyszczalnia stanowi nowoczesny obiekt o wysokiej efektywności usuwania zanieczyszczeń ze ścieków oczyszczonych.

### 5.2.3. Oczyszczalnia ścieków Orzegów – Ruda Śląska

Oczyszczalnia ścieków Orzegów zlokalizowana jest na terenie gminy miejskiej Ruda Śląska i prowadzi mechaniczno-biologiczne oczyszczanie ścieków. Maksymalna przepustowość oczyszczalni wynosi 20 016 m<sup>3</sup>/d, a średnia 10 000 m<sup>3</sup>/d [2]. Aktualnie charakteryzuje się ona wydajnością równą 52800 RLM [8]. Zgodnie z KPOŚK (2015) przedmiotowy obiekt stanowi oczyszczalnię biologiczną z podwyższonym usuwaniem związków azotu (N) i fosforu (P), spełniającą standardy odprowadzanych ścieków dla aglomeracji > 100 000 RLM [2]. Oczyszczalnia została zmodernizowana w ramach projektu „Oczyszczanie ścieków – Ruda Śląska” – „Ruda Śląska waste water treatment”, którego realizację przewidziano na lata 2002 – 2007 i przedłużono do 2010 roku. W ramach modernizacji dostosowano jakość ścieków oczyszczonych do norm Unii Europejskiej oraz wybudowano kanalizację w zlewni oczyszczalni: 15,1 km kanalizacji grawitacyjnej, 12,4 km przewodów ciśnieniowych oraz 7 przepompowni. Prace zakończono w 2009 roku [9]. Oczyszczalnia przyjmuje zarówno ścieki bytowe jak i przemysłowe. Obecnie siecią kanalizacyjną do przedmiotowej oczyszczalni odprowadzane są ścieki pochodzące z 19 zakładów i firm. Średnia ilość odprowadzanych ścieków w ostatnich 24 miesiącach wyniosła od 6,4 m<sup>3</sup>/m-c do 10 977,8 m<sup>3</sup>/m-c [8]. Oczyszczone ścieki odprowadzane są bezpośrednio do rzeki Bytomki w km 14+500, w ilości nieprzekraczającej średniodobowej ilości odprowadzanych ścieków  $Q_{sr} = 10\,000\text{ m}^3/\text{d}$  [10]. Ponadto oczyszczalnia posiada także ważne pozwolenie wodnoprawne na odprowadzanie ścieków z przelewu burzowego komunalnej kanalizacji ogólnospławnej, zlokalizowanego w rejonie ul. Piastowskiej w Rudzie Śląskiej do rzeki Bytomki w km 12+600, w przypadku wystąpienia wysokich opadów lub roztopów [11]. Przelew ten został zaprojektowany tak, aby ścieki były odprowadzane nie częściej niż 10 razy w ciągu roku. Ilość oczyszczanych ścieków komunalnych ogółem w roku 2015 wyniosła 2356,8 tys. m<sup>3</sup>/r i była równa ilości ścieków odprowadzonych do rzeki Bytomki [2]. W tabeli 16 przedstawiono procent redukcji poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych na przestrzeni lat 2006–2015, obliczone w oparciu o dane zaczerpnięte z KPOŚK [2, 5] oraz dokumentację udostępnioną przez PWiK Sp. z o.o. w Rudzie Śląskiej [12]. Dane za rok 2016 obejmują miesiące od kwietnia do grudnia, z kolei za rok 2017 od stycznia do czerwca. W związku z brakiem dokumentacji dotyczącej charakterystyki wód powierzchniowych powyżej i poniżej zrzutu ścieków oczyszczonych, w niniejszym opracowaniu nie ujęto ww. danych.



Tabela 16. Oczyszczalnia ścieków Orzegów – procent redukcji zanieczyszczeń [12]

| Rok                 | BZT <sub>5</sub> | ChZT | Zawiesina <sub>og</sub> | N <sub>og</sub> | P <sub>og</sub> |
|---------------------|------------------|------|-------------------------|-----------------|-----------------|
| 2006                | 86               | 74   | 72                      | 40              | 4               |
| 2007                | 87               | 80   | 76                      | 55              | 28              |
| 2008                | 99               | 95   | 94                      | 88              | 87              |
| 2009                | 99               | 96   | 96                      | 90              | 95              |
| 2010                | 99               | 96   | 98                      | 91              | 97              |
| 2011                | 99               | 45   | 97                      | 88              | 96              |
| 2012                | 99               | 96   | 98                      | 89              | 97              |
| 2013                | 99               | 95   | 98                      | 89              | 98              |
| 2014                | 99               | 95   | 98                      | 90              | 97              |
| 2015                | 99               | 96   | 99                      | 93              | 98              |
| *2016               | 99               | 96   | 99                      | 93              | 99              |
| *2017               | 99               | 95   | 98                      | 91              | 97              |
| Wymagany % redukcji | 90               | 75   | 90                      | 70–80           | 80              |

\* Załącznik do pisma z dnia 30.08.2017 r. (znak: TK/100/25-27A/2017)

W oparciu o obliczone wartości procentów redukcji każdego z analizowanych wskaźników zanieczyszczeń stwierdzono, że aktualnie oczyszczalnia ścieków Orzegów spełnia warunki ujęte w załączniku 2 do Rozporządzenia 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 (Dz.U. 2014 r., poz. 1800) [1]. W latach 2006–2007, przedmiotowa oczyszczalnia nie spełniała wymogów rozporządzenia, szczególnie w odniesieniu do związków azotu i fosforu. Jednak po modernizacji obiektu zakończonej w 2010 roku, uzyskano wyższy stopień redukcji wszystkich rozpatrywanych wskaźników. Aktualnie oczyszczalnia stanowi nowoczesny obiekt o wysokiej efektywności usuwania zanieczyszczeń ze ścieków oczyszczonych.

#### 5.2.4. Oczyszczalnia ścieków Śródmieście – Zabrze

Oczyszczalnia ścieków Śródmieście zlokalizowana jest na terenie gminy miejskiej Zabrze. Na obiekcie prowadzone jest mechaniczno-biologiczne oczyszczanie ścieków. Maksymalna i jednocześnie średnia przepustowość oczyszczalni wynosi 33 400 m<sup>3</sup>/d. Projektowa wydajność oczyszczalni to 248 000 RLM. Zgodnie z KPOŚK (2015) przedmiotowy obiekt stanowi



oczyszczalnię biologiczną z podwyższonym usuwaniem związków azotu (N) i fosforu (P), spełniającą standardy odprowadzanych ścieków dla aglomeracji > 100 000 RLM [2]. W grudniu 2008 roku, zakończono przebudowę omawianego obiektu, realizowaną w ramach projektu „Poprawa gospodarki wodno-ściekowej na terenie Gminy Zabrze”, dofinansowanego ze środków Funduszu Spójności. Przebudowa ta wynikała m.in.: z konieczności zwiększenia stopnia oczyszczania ścieków, a także przyjęcia dodatkowej ilości ścieków (włączenia do zlewni oczyszczalni dzielnic objętych ww. projektem), podniesienia efektywności istniejących urządzeń oraz poprawy ich stanu technicznego. Z kolei, w 2012 roku w celu likwidacji uciążliwości zapachowej oczyszczalni dla otoczenia, przystąpiono do realizacji inwestycji w ramach II etapu projektu „Poprawa gospodarki wodno-ściekowej na terenie Gminy Zabrze”, która polegała na hermetyzacji i dezodoryzacji wybranych obiektów znajdujących się na terenie przedmiotowej oczyszczalni [13]. Oczyszczalnia posiada ważne pozwolenie wodnoprawne na odprowadzanie oczyszczonych ścieków do rzeki Bytomki wylotem w km 4+423 [14, 15]. Ilość oczyszczanych ścieków komunalnych ogółem w roku 2015 wyniosła 7 035,3 tys. m<sup>3</sup>/r i była równa ilości ścieków odprowadzonych do rzeki Bytomki [2]. W tabeli 14 przedstawiono procent redukcji poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych na przestrzeni lat 2006–2015, obliczone w oparciu o dane zaczerpnięte z KPOŚK [2, 5] oraz o dokumentację udostępnioną przez Zabrzeńskie PWiK Sp. z o.o. [16].

Tabela 17. Oczyszczalnia ścieków Śródmieście – procent redukcji zanieczyszczeń [16]

| Rok                 | BZT <sub>5</sub> | ChZT | Zawiesina <sub>og</sub> | N <sub>og</sub> | P <sub>og</sub> |
|---------------------|------------------|------|-------------------------|-----------------|-----------------|
| 2006                | 66               | 96   | 94                      | 78              | 94              |
| 2007                | 96               | 94   | 93                      | 82              | 93              |
| 2008                | 98               | 94   | 96                      | 85              | 93              |
| 2009                | 99               | 95   | 98                      | 88              | 91              |
| 2010                | 99               | 96   | 98                      | 90              | 90              |
| 2011                | 99               | 97   | 99                      | 94              | 96              |
| 2012                | 99               | 97   | 99                      | 94              | 97              |
| 2013                | 99               | 97   | 99                      | 91              | 97              |
| 2014                | 99               | 100  | 99                      | 93              | 97              |
| 2015                | 99               | 98   | 99                      | 94              | 96              |
| *2016               | 99               | 97   | 99                      | 91              | 97              |
| Wymagany % redukcji | 90               | 75   | 90                      | 70–80           | 80              |

\* Dokumentacja udostępniona przez Zabrzeńskie PWiK Sp. z o.o.

Na podstawie obliczonych wartości procentów redukcji wskaźników zanieczyszczeń stwierdzono, że oczyszczalnia ścieków Śródmieście spełnia warunki ujęte w załączniku 2 do Rozporządzenia 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 (Dz.U. 2014 r., poz. 1800) [1]. Ponadto modernizacja obiektu zakończona w 2008 roku spowodowała poprawę usuwania związków azotu i fosforu ze ścieków oczyszczonych, co świadczy o wysokiej efektywności procesów stosowanych w omawianej oczyszczalni.

Ze względu na fakt, że rzeka Bytomka stanowi bezpośredni odbiornik ścieków oczyszczonych, w rozdziale tym dokonano także opisu jakości jej wód powyżej i poniżej wylotu ścieków. Wyniki pomiarów parametrów jakości rzeki Bytomki w latach 2015–2016, udostępnione przez Zabrzeńskie PWiK Sp. z o.o. przedstawiono w tabeli 18 [17]. Wartości poszczególnych parametrów jakości wód rzeki Bytomki odniesiono do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz.U. 2016 r., poz. 1187) [18]. Wśród wyróżnionych wskaźników znalazły się: pH, biochemiczne zapotrzebowanie tlenu ( $BZT_5$ ), chemiczne zapotrzebowanie tlenu ( $ChZT$ ), fosfor ogólny ( $Pog$ ), azot ogólny ( $Nog$ ), zawiesina ogólna ( $Zaw.og$ ), chlorki ( $Cl$ ) i siarczany ( $SO_4^{2-}$ ) – należące do elementów fizykochemicznych (załącznik 1 do Ustawy), a także cynk ( $Zn$ ), miedź ( $Cu$ ), chrom ( $Cr$ ), arsen ( $As$ ), indeks fenolowy ( $Ind.fen.$ ), wanad ( $V$ ), srebro ( $Ag$ ) i węglowodory ropopochodne ( $WW.rop.$ ) – należące do grupy substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (załącznik 6 do Ustawy), jak również kadm ( $Cd$ ), nikiel ( $Ni$ ), ołów ( $Pb$ ) i rtęć ( $Hg$ ) oraz ich związki – należące do substancji priorytetowych (załącznik 9 do Ustawy). Wartości parametrów wód powierzchniowych spełniających wymogi klasy I (maksymalny potencjał/stan ekologiczny wskaźnika jakości wód) oznaczono kolorem niebieskim, klasy II (dobry potencjał/stan ekologiczny) kolorem zielonym, z kolei w przypadku klas wód III–IV o złym potencjale ekologicznym (odpowiednio: umiarkowany, słaby i zły potencjał/stan), gdzie nie ustala się wartości granicznych pomiędzy klasami zastosowano kolor czerwony. W odniesieniu do wartości wskaźników z grupy substancji priorytetowych, jako że nie obejmują one podziału na klasy, w przypadku wartości niższych niż dopuszczalne średnioroczne lub maksymalne zastosowano kolor zielony.

Wyniki badań wskazują, że w okresie pomiarowym wartości pH w wodach rzeki Bytomki, powyżej jak i poniżej wylotu ścieków oczyszczonych spełniały zarówno wymogi klas I–II, jak i III–V. A mianowicie, w miesiącach listopadzie 2015 r. (poniżej wylotu) oraz lutym 2016 r. (powyżej i poniżej wylotu) wody w rzece prezentowały stan dla klasy I, z kolei w lutym i sierpniu 2015 r. (poniżej wylotu) oraz w listopadzie 2016 r. (powyżej wylotu) i wrześniu 2016 r.

Tabela 18. Wyniki pomiarów parametrów jakości rzeki Bytomki powyżej i poniżej wylotu ścieków oczyszczonych w latach 2015–2016

| Data  | Miejsce        | pH  | BZT <sub>5</sub> | ChZT | Pog   | Nog  | Zaw.og | Zn    | Cu    | Cd    | Ni    | Cr     | Cl-  | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | Ind.fen. | As    | Pb     | V      | Ag     | Hg      | WW.rop. |
|-------|----------------|-----|------------------|------|-------|------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|------|-------------------------------|----------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|
|       |                | –   |                  |      |       |      |        |       |       |       |       |        |      |                               |          |       |        |        |        |         |         |
| 02.15 | Powyżej wylotu | 8,1 | 11               | 143  | 1,650 | 8,83 | 111,0  | 0,438 | 0,051 | <0,02 | <0,05 | <0,05  | 1234 | 692                           | 1,39     | <0,01 | <0,005 | <0,02  | <0,001 | <0,0001 | 0,52    |
|       | Poniżej wylotu | 8,0 | 9                | 113  | 1,330 | 6,80 | 85,0   | 0,336 | <0,05 | <0,02 | <0,05 | <0,05  | 692  | 619                           | 0,002    | <0,01 | <0,005 | <0,02  | <0,001 | <0,0001 | 0,58    |
| 05.15 | Powyżej wylotu | 8,2 | 4,0              | 37   | 0,545 | 3,64 | 36,8   | 0,087 | <0,05 | <0,02 | <0,05 | <0,05  | 1812 | 1022                          | 0,003    | <0,01 | <0,005 | <0,02  | <0,001 | <0,0001 | 0,371   |
|       | Poniżej wylotu | 8,1 | 3,0              | 32   | 0,393 | 2,57 | 31,3   | 0,104 | <0,05 | <0,02 | <0,05 | <0,05  | 1522 | 1011                          | <0,002   | <0,01 | <0,005 | <0,02  | <0,001 | <0,0001 | 0,391   |
| 08.15 | Powyżej wylotu | 8,3 | 5,6              | 47   | 0,533 | 6,44 | 33,5   | 0,130 | <0,05 | <0,02 | <0,05 | <0,05  | 3392 | 1243                          | <0,002   | <0,01 | <0,005 | <0,02  | <0,001 | <0,0001 | 0,593   |
|       | Poniżej wylotu | 8,0 | 5,5              | 39   | 0,318 | 6,62 | 28,7   | 0,115 | <0,05 | <0,02 | <0,05 | <0,05  | 2300 | 1088                          | <0,002   | <0,01 | <0,005 | <0,02  | <0,001 | <0,0001 | 0,472   |
| 11.15 | Powyżej wylotu | 8,0 | 7,0              | 75   | 0,579 | 7,26 | 58,4   | 0,305 | 0,062 | <0,02 | <0,05 | <0,05  | 3320 | 1214                          | 0,537    | <0,01 | <0,05  | <0,004 | <0,001 | <0,0001 | 0,479   |
|       | Poniżej wylotu | 7,9 | 7,0              | 59   | 0,485 | 6,69 | 42,7   | 0,244 | 0,051 | <0,02 | <0,05 | <0,05  | 2699 | 953                           | 0,307    | <0,01 | <0,05  | <0,004 | <0,001 | <0,0001 | 0,392   |
| 02.16 | Powyżej wylotu | 7,9 | 5,4              | 66   | 0,688 | 7,31 | 63,4   | 0,272 | 0,053 | <0,02 | <0,05 | <0,05  | –    | –                             | –        | –     | –      | –      | –      | –       | –       |
|       | Poniżej wylotu | 7,9 | 5,3              | 45   | 0,659 | 8,09 | 44,1   | 0,235 | <0,05 | <0,02 | <0,05 | <0,05  | –    | –                             | –        | –     | –      | –      | –      | –       | –       |
| 06.16 | Powyżej wylotu | 8,2 | 3,0              | 41   | 0,420 | 2,93 | 19,3   | 0,104 | <0,05 | <0,02 | <0,05 | <0,05  | 2373 | 1016                          | 0,006    | <0,01 | <0,005 | <0,004 | <0,001 | <0,0001 | 0,398   |
|       | Poniżej wylotu | 8,1 | 3,5              | 36   | 0,394 | 3,08 | 14,6   | 0,080 | <0,05 | <0,02 | <0,05 | <0,05  | 1626 | 814                           | 0,009    | <0,01 | <0,005 | <0,004 | <0,001 | <0,0001 | 0,443   |
| 09.16 | Powyżej wylotu | 8,1 | 4,7              | 38   | 0,320 | 3,70 | 35,0   | 0,250 | <0,05 | <0,02 | <0,05 | <0,002 | 2199 | 1067                          | 0,008    | <0,01 | <0,005 | <0,004 | <0,001 | <0,0001 | 0,428   |
|       | Poniżej wylotu | 8,0 | 3,7              | 40   | 0,280 | 4,30 | 32,0   | 0,190 | <0,05 | <0,02 | <0,05 | <0,002 | 1692 | 841                           | 0,005    | <0,01 | <0,005 | <0,004 | <0,001 | <0,0001 | 0,360   |
| 11.16 | Powyżej wylotu | 8,1 | 4,9              | 46   | 0,310 | 2,15 | 37,0   | 0,260 | <0,05 | <0,02 | <0,05 | 0,004  | 2053 | 1083                          | 0,005    | <0,01 | <0,005 | <0,004 | <0,001 | <0,0001 | 1,220   |
|       | Poniżej wylotu | 8,1 | 4,2              | 39   | 0,290 | 1,84 | 38,0   | 0,230 | <0,05 | <0,02 | <0,05 | 0,005  | 1808 | 963                           | <0,004   | <0,01 | <0,005 | <0,004 | <0,001 | <0,0001 | 0,760   |

(poniżej wylotu) – dla klasy II. Należy jednak podkreślić, że jakość wód Bytomki (pod względem wartości pH), poniżej wylotu ścieków oczyszczonych była lepsza niż powyżej ich wylotu. W przypadku wartości BZT<sub>5</sub> stwierdzono, że w miesiącach maju 2015 r. (poniżej wylotu) oraz czerwcu (powyżej i poniżej wylotu) i wrześniu 2016 r., jakość wód w rzece wskazywała na klasę II. Z kolei w pozostałym okresie pomiarowym na klasy III–V. Stwierdzono także, że jakość tych wód poniżej wylotu ścieków oczyszczonych, była lepsza niż powyżej ich wylotu (poza kilkoma wyjątkami). W odniesieniu do wartości ChZT oraz fosforu ogólnego zaobserwowano, że przez cały okres pomiarowy wody Bytomki charakteryzowały się klasą niższą niż II, co świadczy o ich złym stanie ekologicznym. Zawartość azotu ogólnego wskazywała, że w miesiącach maju 2015 r. oraz w czerwcu, wrześniu i listopadzie 2016 r. wartości ww. wskaźnika spełniały wytyczne dla klasy I, z kolei w lutym (poniżej wylotu), sierpniu (powyżej i poniżej) i listopadzie 2015 r. (poniżej wylotu) dla klasy II. W pozostałym okresie wody rzeki Bytomki spełniały wymogi klas III–V. Z kolei, w odniesieniu do zawiesiny ogólnej, wartości tego wskaźnika, w całym okresie pomiarowym wskazywały na klasy wód III–V, z wyjątkiem miesiąca czerwca 2016 r. (poniżej wylotu), w którym spełniały one wymogi klasy II. W odniesieniu do zawartości cynku, chromu, arsenu, wanadu i srebra, wartości tych wskaźników wskazywały na klasę I. Zawartość miedzi w wodach rzeki Bytomki, w całym okresie pomiarowym (z wyjątkiem lutego 2015 r. – powyżej wylotu) wskazywała na klasę I wód powierzchniowych. Wartości wskaźników jakimi są: chlorki, siarczany oraz węglowodory ropopochodne wykazały, że analizowane wody charakteryzowały się dobrym potencjałem/stanem ekologicznym. Na podstawie wartości indeksu fenolowego stwierdzono, że wody rzeki Bytomki poza miesiącami lutym i listopadem 2015 r. charakteryzowały się bardzo dobrym stanem ekologicznym. Również stężenia niklu, kadmu, ołowiu i rtęci w wodach powyżej i poniżej wylotu ścieków oczyszczonych były niższe od wartości dopuszczalnych (średnioroczne i maksymalne).

Reasumując stwierdzono, że w ogólnym ujęciu wody rzeki Bytomki, w omawianym punkcie zrzutu ścieków oczyszczonych, opisane przez poszczególne wskaźniki jakości wód powierzchniowych, charakteryzują się zarówno dobrym, jak i złym potencjałem/stanem ekologicznym. Do grupy wskaźników, które świadczą o złym stanie ekologicznym tych wód, świadczą przede wszystkim wartości wskaźników wśród, których można wyróżnić: BZT<sub>5</sub>, ChZT, fosfor ogólny, zawiesina ogólna, chlorki, siarczany, indeks fenolowy oraz węglowodory ropopochodne.

### 5.2.5. Oczyszczalnia ścieków Mikulczyce – Zabrze

Oczyszczalnia ścieków Mikulczyce zlokalizowana jest na terenie gminy miejskiej Zabrze. Ścieki komunalne dopływające do ww. oczyszczalni pocho-

dzą z północnej część dzielnicy Zabrze, tj. Mikulczyc. Na obiekcie prowadzone jest mechaniczno-biologiczne oczyszczanie ścieków. Maksymalna przepustowość oczyszczalni wynosi 6 300 m<sup>3</sup>/d, a średnia 5 000 m<sup>3</sup>/d. Projektowa wydajność oczyszczalni to 29 170 RLM [2]. W latach 2001–2003 przedmiotowa oczyszczalnia została poddana modernizacji, w oparciu o projekt wykonany przez Przedsiębiorstwo Wdrożeniowo-Usługowe INSTER Sp. z o.o. Gliwice. Generalnym wykonawcą był Zakład Produkcyjno-Usługowy MIELCBUD Sp. z o.o. Zabrze. Modernizacji poddano: pompownie ścieków I<sup>o</sup>, budynek krat, pompownie ścieków II<sup>o</sup>, reaktor biologiczny, osadniki wtórne, stacje dmuchaw i składowisko osadu odwodnionego [19]. Zgodnie z KPOŚK (2015) obiekt stanowi oczyszczalnię biologiczną z podwyższonym usuwaniem związków azotu (N) i fosforu (P), spełniającą standardy odprowadzanych ścieków dla aglomeracji < 100 000 RLM [2]. Oczyszczalnia posiada ważne pozwolenie wodnoprawne na odprowadzanie oczyszczonych ścieków do wód potoku Rokitnickiego (uchodzącego do rzeki Bytomki) w km 5+905 jego biegu [14, 20]. Ilość oczyszczanych ścieków komunalnych ogółem w roku 2015 wyniosła 869,7 tys. m<sup>3</sup>/r i była równa ilości ścieków odprowadzonych do odbiornika [2]. W tabeli 19 przedstawiono procent redukcji poszczególnych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych na przestrzeni lat 2006–2015, obliczone w oparciu o dane zaczerpnięte z KPOŚK [2, 5] oraz dokumentację udostępnioną przez Zabrzeńskie PWiK Sp. z o.o. [21]. W związku z brakiem dokumentacji dotyczącej charakterystyki wód powierzchniowych powyżej i poniżej zrzutu ścieków oczyszczonych, w niniejszym opracowaniu nie ujęto ww. danych.

Tabela 19. Oczyszczalnia ścieków Mikulczyce – procent redukcji zanieczyszczeń [21]

| Rok                 | BZT <sub>5</sub> | ChZT | Zawiesina <sub>og</sub> | N <sub>og</sub> | P <sub>og</sub> |
|---------------------|------------------|------|-------------------------|-----------------|-----------------|
| 2006                | 96               | 95   | 93                      | 88              | 86              |
| 2007                | 95               | 94   | 94                      | 85              | 86              |
| 2008                | 98               | 95   | 97                      | 88              | 92              |
| 2009                | 99               | 96   | 99                      | 88              | 95              |
| 2010                | 99               | 96   | 99                      | 86              | 89              |
| 2011                | 99               | 96   | 99                      | 92              | 95              |
| 2012                | 99               | 96   | 98                      | 91              | 96              |
| 2013                | 99               | 96   | 98                      | 85              | 97              |
| 2014                | 99               | 97   | 98                      | 92              | 95              |
| 2015                | 99               | 96   | 98                      | 95              | 92              |
| *2016               | 99               | 97   | 98                      | 94              | 97              |
| Wymagany % redukcji | 90               | 75   | 90                      | 70–80           | 80              |

\* Dokumentacja udostępniona przez Zabrzeńskie PWiK Sp. z o.o.

W oparciu o obliczone wartości procentów redukcji każdego z rozpatrywanych wskaźników zanieczyszczeń stwierdzono, że oczyszczalnia ścieków Mikulczyce spełnia warunki ujęte w załączniku 2 do Rozporządzenia 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 (Dz.U. 2014 r., poz. 1800) [1]. Aktualnie oczyszczalnia stanowi nowoczesny obiekt, charakteryzujący się wysoką efektywnością usuwania zanieczyszczeń ze ścieków oczyszczonych.

## 5.2.6. Literatura do rozdziału

1. 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 (Dz.U.2014 r., poz. 1800).
2. Sprawozdanie z wykonania Krajowego programu oczyszczania ścieków komunalnych (KPOŚK) za 2015 r.
3. Strona internetowa Oczyszczalni ścieków Miechowice w gminie Bytom <http://bpk.pl/index.php?grupa=9&dzi=1320786155&art=1320354882>
4. Decyzja Prezydenta miasta Bytomia z dnia 21.12.2009 r. (znak ZE.6210-15/09), w sprawie udzielenia pozwolenia wodnoprawnego na wprowadzanie oczyszczonych ścieków komunalnych z oczyszczalni Miechowice przy ul. Łaszczyka w Bytomiu istniejącym wylotem prawobrzeżnym o średnicy Ø 700 mm do rowu Miechowickiego w km 3+458. – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), dotyczącego: udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
5. Sprawozdania z wykonania Krajowego programu oczyszczania ścieków komunalnych (KPOŚK) za lata 2006–2014 r.
6. Strona internetowa Oczyszczalni ścieków Bobrek w gminie Bytom <http://bpk.pl/index.php?grupa=9&dzi=1320786155&art=1320355503>
7. Decyzja Prezydenta miasta Bytomia z dnia 31.03.2017 r. (znak ZEC.6341.1.2017), w sprawie udzielenia pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód, w zakresie wprowadzania istniejącym wylotem Ø 400, oczyszczonych ścieków komunalnych pochodzących z oczyszczalni ścieków Bobrek, zlokalizowanej w Bytomiu przy ul. Niemcewicza, do wód rowu Miechowickiego w km 0+970 - Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), dotyczącego: udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
8. Pismo z dnia 30.08.2017 r. (znak TK/100/25-27A/2017) dotyczące: udostępnienia danych do projektu „Opracowanie ekspertyzy: projekt badawczo-wdro-

- zeniowy, strategia poprawy stanu ekologicznego oraz ochrony powierzchniowych wód płynących województwa śląskiego – rekultywacja rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Rudzie Śląskiej oraz przez Urząd Miasta Ruda Śląska.
9. Strona internetowa Oczyszczalni ścieków Orzegów w gminie Ruda Śląska <https://www.pwik.com.pl/p,s,3839.html>
  10. Decyzja Prezydenta miasta Ruda Śląska z dnia 31.12.2015 r. (znak KO.6341.24.2015), zmieniająca decyzję dotyczącą udzielenia pozwolenia wodnoprawnego na odprowadzanie oczyszczonych ścieków z Oczyszczalni Ścieków Orzegów do rzeki Bytomki w km 14+500, zmieniająca Decyzję z dnia 17.12.2007 r. (znak KKS.6210- 35/07) – Załącznik do pisma z dnia 30.08.2017 r. (znak TK/100/25-27A/2017), dotyczącego: udostępnienia danych do projektu „Opracowanie ekspertyzy: projekt badawczo-wdrożeniowy, strategia poprawy stanu ekologicznego oraz ochrony powierzchniowych wód płynących województwa śląskiego – rekultywacja rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miasta Ruda Śląska.
  11. Decyzja Prezydenta miasta Ruda Śląska z dnia 8.07.2014 r. (znak KKS.6341.5.2014), w sprawie udzielenia pozwolenia wodnoprawnego na odprowadzanie ścieków z przelewu burzowego komunalnej kanalizacji ogólnospławnej, zlokalizowanego w rejonie ul. Piastowskiej w Rudzie Śląskiej - Załącznik do pisma z dnia 30.08.2017 r. (znak TK/100/25-27A/2017), dotyczącego: udostępnienia danych do projektu „Opracowanie ekspertyzy: projekt badawczo-wdrożeniowy, strategia poprawy stanu ekologicznego oraz ochrony powierzchniowych wód płynących województwa śląskiego – rekultywacja rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miasta Ruda Śląska.
  12. „Wyniki pomiarów ilości i jakości ścieków wprowadzanych do wód lub do ziemi” – sprawozdanie sporządzone przez Laboratorium PWiK Sp. z o.o. w Rudzie Śląskiej – Załącznik do pisma z dnia 30.08.2017 r. (znak: TK/100/25-27A/2017).
  13. Strona internetowa Oczyszczalni ścieków Śródmieście w gminie Zabrze <http://www.wodociagi.zabrze.pl/index.php/obiekty/oczyszczalnie/srodmiescie>
  14. Uchwała Nr IV/53/17/2014 Sejmiku Województwa Śląskiego z dnia 25 sierpnia 2014 r. w sprawie przyjęcia zweryfikowanej propozycji planu Aglomeracji Zabrze <http://bip.slaskie.pl/dokumenty/2014/09/03/1411461116.pdf>
  15. Decyzja Marszałka Województwa Śląskiego z dnia 16.01.2008 r. (nr decyzji: OS-I-AR/76730/14/08), w sprawie udzielenia pozwolenia wodnoprawnego na odprowadzanie oczyszczonych ścieków komunalnych z Oczyszczalni Śródmieście, zlokalizowanej przy ul. Pestalozziego 10 w Zabrzu do rzeki Bytomki w km 4+423.
  16. „Wyniki pomiarów stężenia ChZT, BZT<sub>5</sub>, zawiesiny ogólnej, azotu ogólnego, fosforu ogólnego oraz substancji ropopochodnych w ściekach odprowadzanych z oczyszczalni ścieków Śródmieście w Zabrzu w roku 2016”



- Załącznik 4 do pisma z dnia 06.09.2017 (znak TO/61/190/5932/17) dotyczącego udostępnienia danych na temat jakości ścieków oczyszczonych odprowadzanych do oczyszczalni ścieków Śródmieście i Mikulczyce oraz wód rzeki Bytomki za lata 2015–2016. Dane udostępnione przez Zabrzeńskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.
17. „Sprawozdania z badań jakości wód powierzchniowych rzeki Bytomki”, sporządzone przez PBiEŚ „SEPO” Sp. z o.o. oraz „Sprawozdanie z badań ścieków” sporządzone przez Laboratorium Zabrzeńskiego PWiK Sp. z o.o. – Załącznik 9 i 10 do pisma z dnia 06.09.2017 (znak TO/61/190/5932/17) dotyczącego udostępnienia danych na temat jakości ścieków oczyszczonych odprowadzanych do oczyszczalni ścieków Śródmieście i Mikulczyce oraz wód rzeki Bytomki za lata 2015–2016. Dane udostępnione przez Zabrzeńskie PWiK Sp. z o.o.
  18. Rozporządzenie Ministra Środowiska dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz.U. 2016 r., poz. 1187).
  19. Strona internetowa Oczyszczalni ścieków Mikulczyce w gminie Zabrze <http://www.wodociagi.zabrze.pl/index.php/obiekty/oczyszczalnie/mikulczyce>
  20. Decyzja Starosty Tarnogórskiego z dnia 01.02.2011 r. (nr decyzji: GOŚR/G.6223-12/11), w sprawie udzielenia pozwolenia wodnoprawnego na odprowadzanie oczyszczonych ścieków komunalnych z Oczyszczalni Mikulczyce, zlokalizowanej przy ul. Leśna 168 w Zabrzu do potoku Rokitnickiego w km 5+905.
  21. „Wyniki pomiarów stężenia ChZT, BZT<sub>5</sub>, zawiesiny ogólnej, azotu ogólnego, fosforu ogólnego oraz substancji ropopochodnych w ściekach odprowadzanych z oczyszczalni ścieków Mikulczyce w Zabrzu w roku 2016” – Załącznik 6 do pisma z dnia 06.09.2017 (znak TO/61/190/5932/17) dotyczącego udostępnienia danych na temat jakości ścieków oczyszczonych odprowadzanych do oczyszczalni ścieków Śródmieście i Mikulczyce oraz wód rzeki Bytomki za lata 2015–2016. Dane udostępnione przez Zabrzeńskie PWiK Sp. z o.o.

### 5.3. Ścieki pochodzące z przemysłu

W niniejszym opracowaniu przedstawiono rodzaje i ilości ścieków wprowadzanych indywidualnie przez zakłady przemysłowe do rzeki Bytomki, jako odbiornika bezpośredniego lub pośredniego. Zaprezentowane dane dotyczą wyłącznie obiektów znajdujących się na terenie gminy miejskiej Bytom. Szczegółowe dane przedstawiono w tabeli 20. W związku z brakiem ww. dokumentacji dla Zabrza i Rudy Śląskiej, nie zostały one ujęte w niniejszym opracowaniu.



Tabela 20. Ścieki z zakładów przemysłowych [1–8]

| Zakład   | Rodzaj ścieków   | km rzeki | Charakterystyczne przepływy                          |  |   |
|--|--|----------|--|--|---|
|  |  |          | Q <sub>max</sub> h <sup>-1</sup> [m <sup>3</sup> /h] | Q <sub>śr</sub> d <sup>2</sup> [m <sup>3</sup> /d] | Q <sub>max</sub> r <sup>3</sup> [m <sup>3</sup> /r] |
| Kompania Węglowa S.A. Oddział KWK „Bobrek – Centrum” w Bytomiu ul. Konstytucji 76, 41-905 Bytom  | Wody z odwadniania zakładu górniczego KWK „Bobrek-Centrum” Ruch „Bobrek” poprzez kanał otwarty zlokalizowany na działce nr 538/28 do Rowy Miechowskiego (obręb Bobrek)                                 | 1+030    | 480,8  | 10 963   | 4 212 100   |
| Kompania Węglowa S.A. Oddział KWK „Bobrek – Centrum” w Bytomiu ul. Konstytucji 76, 41-905 Bytom  | Ścieki bytowe powstające w rejonie szybu „Zbi-gniew” istniejącym wylotem Ø400 mm, zlokalizowa-nym na działce nr 564/10 do rowu Miechowskiego (obręb Bobrek)  | 2+620    | 0,2  | 5,5  | 2 153   |
| Kompania Węglowa S.A. Oddział KWK „Bobrek – Centrum” w Bytomiu ul. Konstytucji 76, 41-905 Bytom  | Wody z odwadniania zakładu górniczego KWK „Bo-brek-Centrum” Ruch „Bobrek” istniejącym wylotem Ø300 mm, zlokalizowanym na działce nr 1433/68 do rzeki Bytomki (obręb Karb)                              | 22+354   | 627,6  | 14 309   | 5 497 776   |
| Kompania Węglowa S.A. Oddział KWK „Bobrek – Centrum” w Bytomiu ul. Konstytucji 76, 41-905 Bytom  | Wody z odwadniania zakładu górniczego KWK „Bo-brek-Centrum” Ruch „Bobrek” istniejącym wylotem tj. kolektorem wód dołowych Ø400 mm, zlokalizowa-nym na działce nr 1433/68 do rzeki Bytomki (obręb Karb) | 22+150   | 179,2  | 4 085  | 15 69 500   |
| Spółka Restrukturyzacji Kopalń S.A. w Bytomiu, Oddział w Cze-ladzi, Centralny Zakład Odwad-niania Kopalń, ul. Kościuszki 9, 41-253 Czeladź | Wody z odwadniania zakładów górniczych (wyrobisk górniczych zlikwidowanej kopalni) przez przepom-pownię „Szombierki”, istniejącym wylotem do rzeki Bytomki   | 15+920   | 490,0  | 7 920  | 2 890 000   |

|   |   |        |       |        |           |
|---|---|--------|-------|--------|-----------|
| Spółka Restrukturyzacji Kopalń S.A. w Bytomiu, Oddział w Czeladzi, Centralny Zakład Odwadniania Kopalń ul. Kościuszki 9 | Wody z odwadniania zakładów górniczych (wyróbisk górniczych zlikwidowanej kopalni KWK „Barbara – Chorzów”) przez przepompownię Siemianowice – Chorzów, dwoma rurociągami PVC Ø450 mm do cieku Rowu Granicznego (lewobrzeżny dopływ Bytomki) | 2+529  | 2 000 | 23 000 | 8 400 000 |
| Forum Silesia S.A. ul. Wolności 416, 41-800   | Podczyszczone ścieki przemyślowe odprowadzane istniejącym wylotem W7, zlokalizowanym na terenie nieruchomości o nr 703/7 w Bytomiu do rzeki Bytomki (obręb Szombierki)  | 21+410 | 0,20  | 4,0    | 672,00    |
| Haldex S.A. Pl. Grunwaldzki 8-10 40-951 Katowice  | Ścieki bytowe z terenu Zakładu Przerobczego nr 2 „Haldex – Szombierki” przy ul. Zabrzańskiej 7 w Bytomiu  | 17+150 | 5,47  | 19,44  | 7 581,60  |
| PPUH SYNKRET Sp. z o.o., ul. Długa 69, 41-506 Chorzów   | Ścieki sanitarne  | 17+200 | –     | 8,1    | –         |
| Przemysłowa Spółka Wodna „Niecka Bytomska”, ul. Strzelców Bytomskich 207, 41-914 Bytom                                  | Wody z odwadniania terenu niecki bezodpływowej w rejonie ulicy Celnej w Bytomiu przez pompownię „Karb – Karb II” PSW do kolektora Ø1200 mm, wylotem W-1.  | –      | –     | –      | 1 200 000 |

<sup>1</sup>Qmaxh – przepływ maksymalny godzinowy, <sup>2</sup>Qśrd – przepływ średni dobowy, <sup>3</sup>Qrmax – przepływ maksymalny roczny.

### 5.3.1. Literatura do rozdziału

1. Decyzja nr 2794/OS/2013 z dnia 31.12.2013 r. (znak ZEC.634/24/2013), w sprawie udzielenia pozwolenia wodnoprawnego na: odwadnianie zakładu górniczego KWK „Bobrek – Centrum” Ruch „Bobrek”, wprowadzanie wód z odwadniania zakładu górniczego do rowu Miechowskiego w km 1+030, wprowadzanie ścieków bytowych powstających w rejonie szybu „Zbi-gniew” do rowu Miechowskiego w km 2+620 – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
2. Decyzja z dnia 15.01.2014 r. (znak NO/021-P-28/15/13/835), w sprawie udzielenia pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód, tj. wprowadzanie wód pochodzących z odwadniania KWK „Bobrek – Centrum” Ruch „Centrum” oraz wód opadowych i roztopowych z zachodniej i południowej części zakładu górniczego „ruch Centrum” do wód rzeki Bytomki – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
3. Decyzja z dnia 21.01.2014 r. (znak NO/021-P-26/25/13/1295), w sprawie udzielenia pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód, tj. wprowadzanie wód z odwadniania KWK „Bobrek – Centrum” Ruch „Bobrek” do wód rzeki Bytomki istniejącym wylotem w km 22+150, zlokalizowanym na działce nr 1433/68 (obręb Karb) – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
4. Decyzja z dnia 29.01.2016 r. (znak ZEC.6341.29.2015), w sprawie udzielenia pozwolenia wodnoprawnego na odprowadzanie wód kopalnianych, pochodzących z odwadniania wyrobisk górniczych przez pompownię „Szombierki do rzeki Bytomki w km 15+920 – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
5. Decyzja z dnia 01.02.2016 r. (znak ZEC.6341.31.2015), w sprawie udzielenia pozwolenia wodnoprawnego na odprowadzanie wód kopalnianych z byłej kopalni „Barbara – Chorzów” przez pompownię Siemianowice – Chorzów, do rzeki Bytomki w km 18+100 – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
6. Decyzja z dnia 10.03.2016 r. (znak ZEC.634.33.2015), w sprawie udzielenia pozwolenia wodnoprawnego na wprowadzanie ścieków przemysłowych

oraz wód opadowych i roztopowych, pochodzących z terenu Elektrociepłowni Szombierki, do rzeki Bytomki – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.

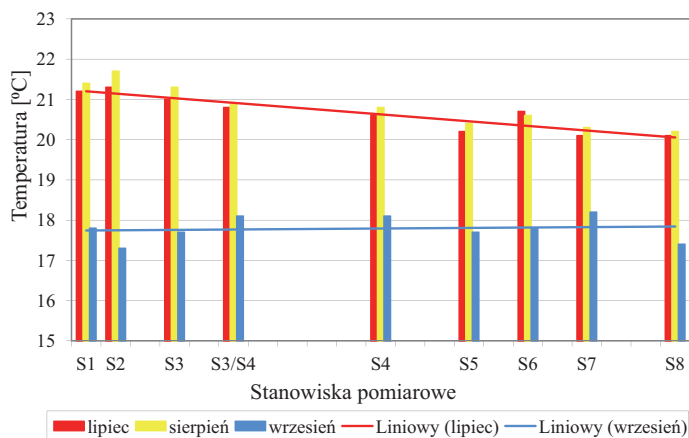
7. Decyzja z dnia 07.06.2017 r. (znak ZEC.6341.7.2017), w sprawie udzielenia pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód, w zakresie wprowadzania ścieków bytowych z terenu Zakładu Przeróbczego nr 2 „Haldex – Szombierki” – Załącznik do pisma z dnia 22.09.2017 r. (znak ZSE.631.2.2017), w sprawie „udostępnienia danych dla opracowania ekspertyzy dotyczącej rzeki Bytomki”. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.
8. Decyzja z dnia 05.03.2010 r. (znak ZE.6210-17/09), w sprawie udzielenia pozwolenia wodnoprawnego na odprowadzenie wód opadowych pochodzących z odwadniania terenu niecki bezodpływowej w rejonie ulicy Celnej w Bytomiu przez pompownię „Karb – Karb II” PSW do kolektora Ø 1200 mm Bytomskiego Przedsiębiorstwa Komunalnego Sp. z o.o. na odcinku od komory S1 – miejsca podłączenia rurociągu tłocznego z pompowni, do wylotu W-1 do rzeki Bytomki. Dane udostępnione przez Urząd Miejski w Bytomiu.

## 6. Wyniki badań

### 6.1. Stosunki termiczno-tlenowe

#### 6.1.1. Temperatura wody

Zmiany temperatury wody rzeki Bytomki wzdłuż biegu rzeki przedstawiono na rysunku 10.



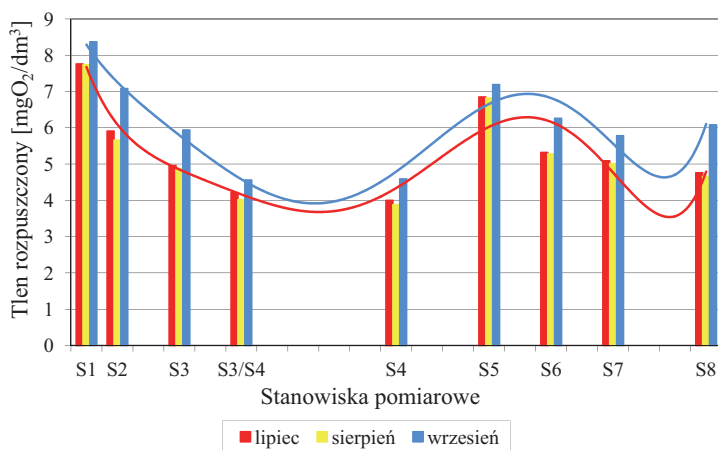
Rysunek 10. Profile termiczne wody rzeki Bytomki – 2017 r.

W lipcu i sierpniu 2017 roku temperatura wody zmniejszała się w niewielkim stopniu z biegiem rzeki. Najwyższe wartości – odpowiednio 21,2°C i 21,7°C – odnotowano w najwyższym punkcie profilu (w Bytomiu przy ulicy Towarowej). W tym samym czasie, powyżej ujścia rzeki Bytomki do rzeki Kłodnicy, odnotowano temperatury 20,1–20,2°C. Różnica temperatury wody pomiędzy najwyższym i najniższym stanowiskiem pomiarowym wyniosła 1,6°C. Pomiarzy wykonane we wrześniu wykazały wpływ intensywnych opadów deszczu na obniżenie temperatury wody badanej rzeki. Jednocześnie zwiększyła się dynamika zmian. Temperatura wody na stanowisku nr 1 wynosiła 17,8°C. Na stanowisku nr 2 obniżyła się do 17,3°C po czym wzrastała dochodząc do 18,1°C na stanowisku nr 4 (Ruda Śląska) i 18,1°C na stanowisku nr 5 (ul. Mikosza w Zabrze). Obniżenie temperatury do 17,2°C stwierdzono na odcinku od stanowiska nr 5 do

stanowiska nr 6 (ul. Hagera w Zabrze), a następnie niewielki wzrost do  $18,2^{\circ}\text{C}$  na stanowisku 7 (ul. Kondratowicza w Zabrze). Na ostatnim 8 stanowisku odnotowano  $17,4^{\circ}\text{C}$  wody rzeki Bytomki. Przedstawione niewielkie, ale zauważalne przyrosty temperatury wody mogą być skutkiem wprowadzania do rzeki ścieków o podwyższonej temperaturze.

### 6.1.2. Stężenie tlenu rozpuszczonego w wodzie

Stężenie tlenu rozpuszczonego w profilu podłużnym, w wodzie rzeki Bytomki przedstawiono na rysunku 11.



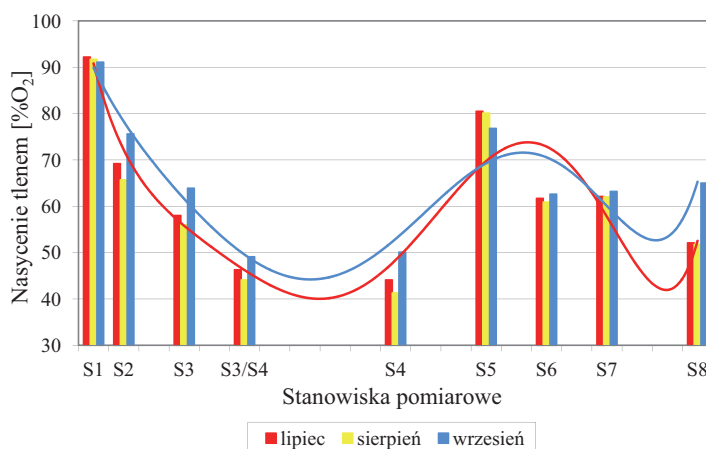
Rysunek 11. Stężenie tlenu w wodzie rzeki Bytomki

Widoczny jest spadek stężenia tlenu na odcinku od stanowiska nr 1 do stanowiska nr 4 z około  $7,8 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$  do około  $4,0 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$  w lipcu i sierpniu, oraz z  $8,4 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$  do  $4,5 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$  we wrześniu. Na odcinku między stanowiskiem nr 4, a stanowiskiem nr 5 stężenie tlenu w wodzie było najniższe (ok.  $4,5 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$ ). Na odcinku między stanowiskiem 5 i 6 stężenie tlenu wzrastało z około  $4,0 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$  do  $6,8 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$  w lipcu i sierpniu, oraz z  $4,5 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$  do  $7,19 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$  we wrześniu. Na końcowym odcinku rzeki, od stanowiska przy ulicy Hagera w Zabrze do stanowiska przy ul. Królewskiej Tamy w Gliwicach, stężenie tlenu zmniejszało się z około  $6,8 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$  do  $4,7 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$  w lipcu i sierpniu oraz z  $7,2 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$  do  $6,0 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$  we wrześniu. Jak można zauważyć, spowodowane intensywnymi opadami deszczu, zwiększone prawie dwukrotnie natężenie przepływu wody we wrześniu, zwiększyło ilość rozpuszczonego tlenu w niewielkim stopniu, o około 10–20%. Występowanie najniższych stężeń tlenu w wodzie między stanowiskiem nr 4, a stanowiskiem nr 5 (rys. 9) wynika prawdopodobnie ze zmniejsze-

nia prędkości liniowej przepływu wody na tym odcinku, wynikającego z większej głębokości koryta rzeki.

### 6.1.3. Nasycenie wody tlenem

Nasycenie tlenem wody rzeki Bytomki w profilu podłużnym przedstawiono na rysunku 12.



Rysunek 12. Nasycenie tlenem wody rzeki Bytomki – 2017 r.

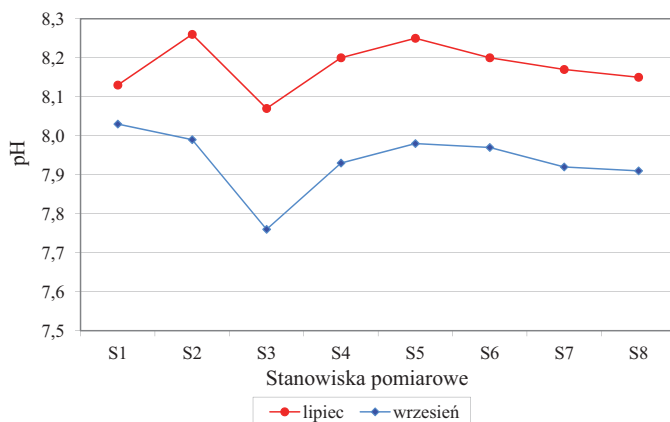
W przypadku tego wskaźnika różnice są widoczne bardziej niż w przypadku stężenia tlenu rozpuszczonego w wodzie. Spadek nasycenia wody tlenem z około 90% do 44% w lipcu i sierpniu, oraz z 90% do 49% we wrześniu stwierdzono na odcinku od stanowiska nr 1 do stanowiska nr 4. Najniższy stopień nasycenia wody tlenem odnotowano dla odcinka rzeki między stanowiskiem na granicy miast Bytom i Ruda Śląska oraz na granicy miast Ruda Śląska i Zabrze. Na końcowym odcinku rzeki nasycenie wody tlenem zmniejszyło się z około 80% do 52% w lipcu i sierpniu oraz z 77% do 65% we wrześniu. I na tym przykładzie widać, że w warunkach znacznie zwiększonego natężenia przepływu wody warunki tlenowe ulegają poprawie w niewielkim (około 10–20%) stopniu.

Należy stwierdzić, że mimo oznak zużywania tlenu w procesach przemiany materii, warunki tlenowe w rzece Bytomce są dobre i zapewniają właściwy przebieg procesów samooczyszczania. Dużą rolę w tym względzie odgrywa właściwie uformowane, kamieniste dno rzeki, zapewniające turbulentny przepływ wody.

## 6.2. Badania hydrochemiczne wody rzeki Bytomki – wskaźniki jakości wody

### 6.2.1. pH wody

Zmiany pH wody rzeki Bytomki w profilu podłużnym przedstawiono na rysunku 13.



Rysunek 13. pH wody rzeki Bytomki – 2017 r.

Przedstawiony wykres pozwala zaobserwować podobieństwo dynamiki zmian omawianego wskaźnika przy wysokim i niskim stanie wody w rzece, przy jednoczesnym zróżnicowaniu pod względem wartości. W lipcu br. pH wody rzeki wynosiło od 8,07 do 8,26, a we wrześniu od 7,76 do 8,03. Różnica wartości pH pomiędzy poszczególnymi miesiącami wynosiła od 0,23 do 0,31 jednostki.

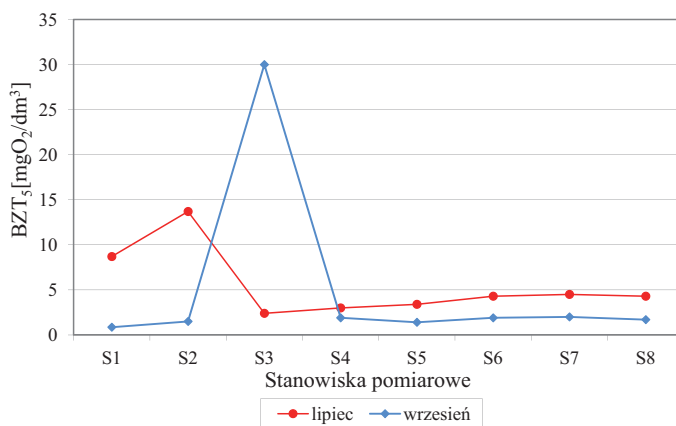
Zarówno w lipcu, przy niskim stanie wody, jak i we wrześniu przy stanie wysokim, najniższe pH wody odnotowano na stanowisku nr 3, w Bytomiu przy ulicy Młyńskiej. Należy zwrócić uwagę na dwie ewentualności. Pierwsza, to występowanie na tym odcinku rzeki czynnika wpływającego na obniżenie pH wody (źródła wód lub ścieków kwaśnych). Druga ewentualność to tendencja do utrzymywania się podwyższonych wartości pH w wodzie rzeki, w czasie stanów niskich. Ogólnie odnotowano duże podobieństwo dynamiki zmian pH na całej długości rzeki, przy jednoczesnym wyższym pH w stanach niskich i niższym w stanach wysokich wody rzeki. Wody deszczowe charakteryzują się niższym pH niż ścieki komunalne. Zatem niższe pH wody w warunkach stanu wysokiego może odzwierciedlać wpływ tzw. „ścieków opadowych”.



## 6.2.2. Wskaźniki tlenowe

### 6.2.2.1. Biochemiczne Zapotrzebowanie Tlenu – BZT<sub>5</sub>

Zakres wartości oraz przebieg zmian wskaźnika BZT<sub>5</sub> przedstawiono na rysunku 14.

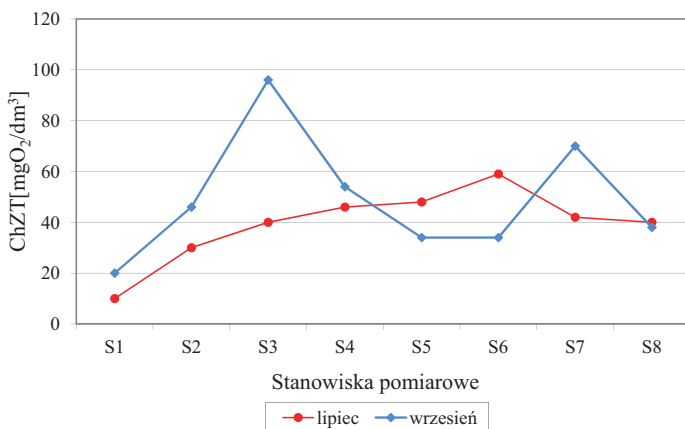


Rysunek 14. Stężenie BZT-5 w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

Biorąc pod uwagę „ogólny stan” rzeki Bytomki, wyniki pomiarów BZT<sub>5</sub> uzyskane dla lipca br. można ocenić jako zaskakująco niskie. W profilu podłużnym wartości wskaźnika były bardzo wyrównane i wskazywały nieznaczną tendencję wzrostową z 0,88 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> na stanowisku pierwszym do 4,3 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> na stanowisku końcowym. Wyraźnie niższe wartości BZT<sub>5</sub> – od 0,86 do 1,7 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> odnotowano we wrześniu, przy wysokim stanie wody. Należy sądzić, że uwidocznił się efekt rozcieńczenia wodami opadowymi, spływami ze zlewni oraz zwiększonymi zrzutami wód z kanalizacji deszczowej poszczególnych miast. Wyraźnie od pozostałych wyników z września odbiega wartość oznaczona w wodzie na stanowisku trzecim (Bytom, ul. Młyńska). W dniu pobrania próbek wartość wskaźnika wyniosła 30 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>, ponadto w tym dniu stwierdzono wizualnie występowanie w wodzie rzeki zawiesiny o wyglądzie kłaczków osadu czynnego, co wskazuje na możliwość zrzutu pewnej ilości ścieków z oczyszczalni. Warto podkreślić, że to na tym stanowisku odnotowano prawdopodobna obecność czynnika powodujące miejscowe obniżenie pH wody rzeki. Przedstawione na wykresie wyniki analiz określają stan rzeki w danym miejscu i w danym, konkretnym dniu. Można przypuszczać, że zrzut ścieków przemieszczał się w postaci fali z biegiem rzeki.

### 6.2.2.2. Chemiczne zapotrzebowanie tlenu – ChZT

Zmiany chemicznego zapotrzebowania tlenu w wodzie rzeki Bytomki przedstawiono na rysunku 15.

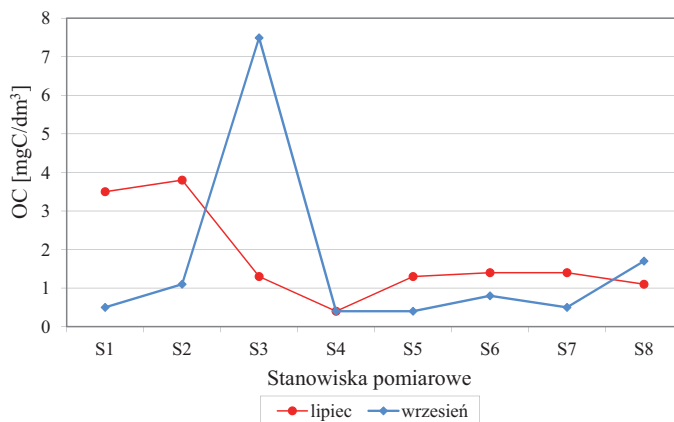


Rysunek 15. Stężenie ChZT w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

Wskaźnik ChZT przy niskich stanach wody (lipiec br.) wykazywał tendencję wzrostową w profilu podłużnym rzeki. Na stanowisku pierwszym (Bytom, ul. Towarowa) wartość ChZT wynosiła 10 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> następnie stopniowo wzrastała osiągając 59 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> na stanowisku w Zabrze, przy ul. Trocera. Na końcowym odcinku rzeki ChZT obniżyło się do 42 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>, a następnie do 38 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>. Można przypuszczać, że odzwierciedla to wpływ wprowadzania do rzeki oczyszczonych ścieków z oczyszczalni w Zabrze. Wartości ChZT wskazują na obecność w rzece zanieczyszczeń przemysłowych, których obecność nie zostaje uchwycona jako wskaźnik BZT<sub>5</sub>. Nie można również wykluczyć obecności w ściekach zanieczyszczeń przemysłowych inhibitujących mikrobiologiczne procesy samooczyszczania. Takie oddziaływanie tłumaczyłoby bardzo niskie wartości wskaźnika BZT<sub>5</sub>. Podczas wysokiego stanu wody w rzece – wrzesień br. – stwierdzone wartości ChZT były wyraźnie wyższe niż w próbkach pobranych w lipcu. Najwyższą wartość – 96 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> – stwierdzono w wodzie rzeki na stanowisku trzecim – Bytom, ul. Młyńska. I w tym przypadku można domyślać się wpływu zrzutu ścieków. Również i ten wynik kojarzy się ze zjawiskiem obniżonego pH wody rzeki na tym stanowisku. Podobną sytuację odnotowano na stanowisku poniżej oczyszczalni ścieków w Zabrze, gdzie stwierdzono wartość ChZT wynoszącą 70 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>.

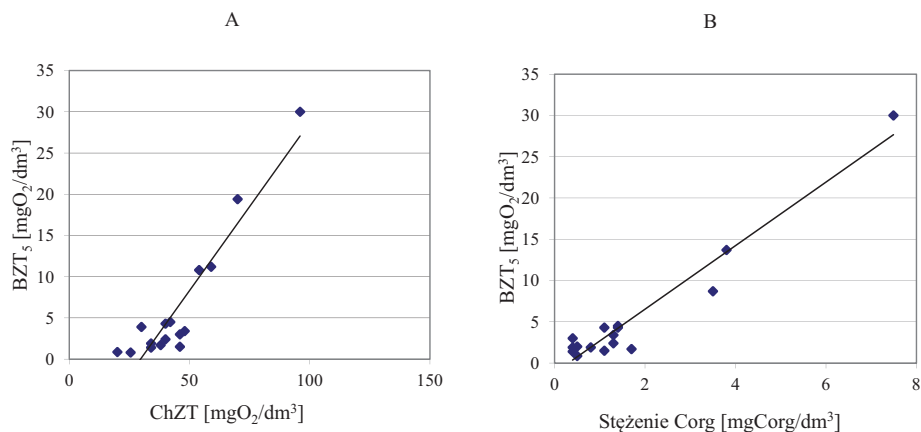
### 6.2.2.3. Węgiel organiczny rozpuszczony

Przebieg zmian stężeń węgla organicznego rozpuszczonego w wodzie rzeki Bytomki przedstawiono na rysunku 16.



Rysunek 16. Stężenie węgla organicznego w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

Przy niskim stanie wody w rzece (lipiec br.) najwyższe stężenia węgla organicznego odnotowano w najwyższym odcinku biegu rzeki, na stanowiskach przy ul. Towarowej i Zabrzeńskiej – odpowiednio 3,5 mgCorg./dm<sup>3</sup> i 3,8 mgCorg./dm<sup>3</sup>. Na pozostałej długości cieku stężenie węgla organicznego wynosiło od 1,1 mgCorg./dm<sup>3</sup> do 1,3 mgCorg./dm<sup>3</sup> i było bardzo wyrównane. W czasie wysokiego stanu wody, we wrześniu br. zauważono efekt rozcieńczenia spowodowany doprowadzeniem dodatkowych ilości wody pochodzącej z opadów atmosferycznych. Stężenie węgla organicznego w tym czasie wynosiło od 0,4 mgCorg./dm<sup>3</sup> do 1,7 mgCorg./dm<sup>3</sup>. Wyjątek stanowiło stanowisko trzecie, w Bytomiu przy ul. Młyńskiej, gdzie odnotowano najwyższą wartość wynoszącą 7, mgCorg./dm<sup>3</sup>. Jak widać na wykresach (rys. 12 i 13) tego dnia na tym stanowisku odnotowano również najwyższe wartości wskaźników BZT<sub>5</sub> i ChZT. Wskazuje to na możliwość wystąpienia incydentalnego zrzutu ścieków. Poniżej (rys. 17) przedstawiono współzależności pomiędzy ChZT i BZT<sub>5</sub> oraz między BZT<sub>5</sub>, a stężeniem węgla organicznego w wodzie rzeki Bytomki.



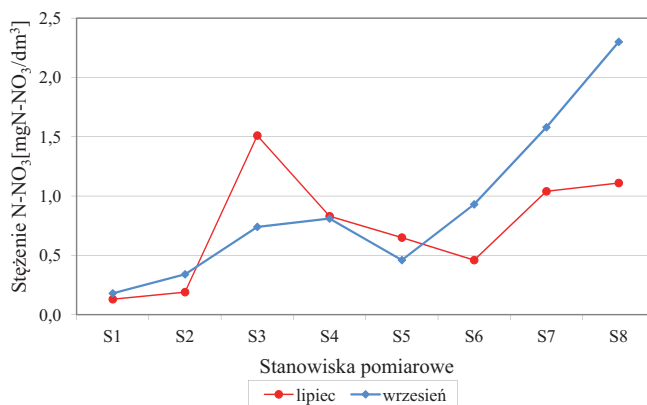
Rysunek 17. Współzależność między ChZT i BZT<sub>5</sub> (A), oraz między BZT<sub>5</sub>, a stężeniem węgla organicznego (B) w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

Wyraźny związek pomiędzy stężeniem ChZT, a BZT<sub>5</sub>, przy niskich wartościach BZT<sub>5</sub>, wskazuje na rolę, jaką w kształtowaniu się jakości wody rzeki pod względem tych wskaźników odgrywają ścieki przemysłowe. Wskazują na to zarówno wartości ChZT podczas niskiego stanu wody, jak i podwyższone podczas wysokiego stanu wody. Zanieczyszczenia te mogą być wprowadzane do wód rzeki w procesie wymywania z materiałów hałdowych, odpadów przemysłowych i skażonych gruntów. Wyraźny związek stwierdzono pomiędzy BZT<sub>5</sub>, a stężeniem węgla organicznego w wodzie rzeki. Na uwagę zasługują niskie wartości tych wskaźników wskazujące na korzystne, tlenowe warunki dla procesów samooczyszczania, a także na właściwą pracę oczyszczalni.

## 6.3. Związki azotowe

### 6.3.1. Azot azotanowy

Stężenie azotu azotanowego w wodzie rzeki Bytomki przedstawiono na rysunku 18. Zakres stężeń azotu azotanowego w wodzie rzeki, z uwzględnieniem wszystkich pomiarów, wynosił od 0,2 mgN-NO<sub>3</sub>/dm<sup>3</sup> do 2,3 mgN-NO<sub>3</sub>/dm<sup>3</sup>.

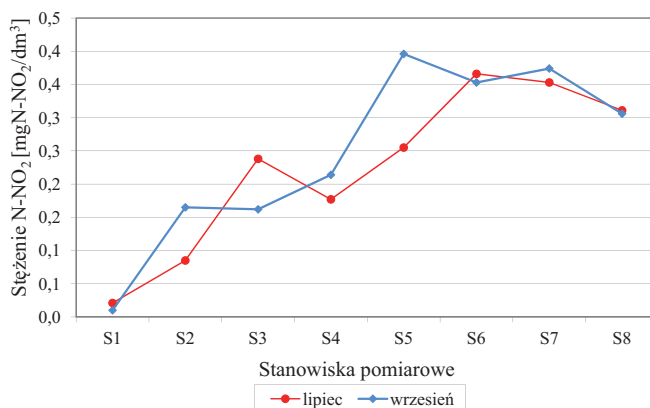


Rysunek 18. Stężenie azotu azotanowego w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

Zarówno w warunkach niskiego, jak i wysokiego stanu wody stężenie azotu azotanowego wykazywało z biegiem rzeki tendencję wzrostową. Tendencja ta świadczy o korzystnych, tlenowych warunkach panujących w wodzie rzeki.

### 6.3.2. Azot azotynowy

Stężenie azotu azotynowego w wodzie rzeki Bytomki przedstawiono na rysunku 19. Podobnie jak w przypadku azotu azotanowego, zmiany stężenia azotu azotynowego wzdłuż biegu rzeki cechowała tendencja wzrostowa. W warunkach niskiego stanu wody (lipiec br.) stężenie azotu azotynowego wzrastało z 0,02 mgN-NO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> na pierwszym stanowisku (Bytom, ul. Towarowa) do około 0,35 mgN-NO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> na trzech końcowych stanowiskach pobierania próbek – Za-brze ul. Trocera i ul. Kondratowicza oraz przy ul. Królewskiej Tamy w Gliwicach.

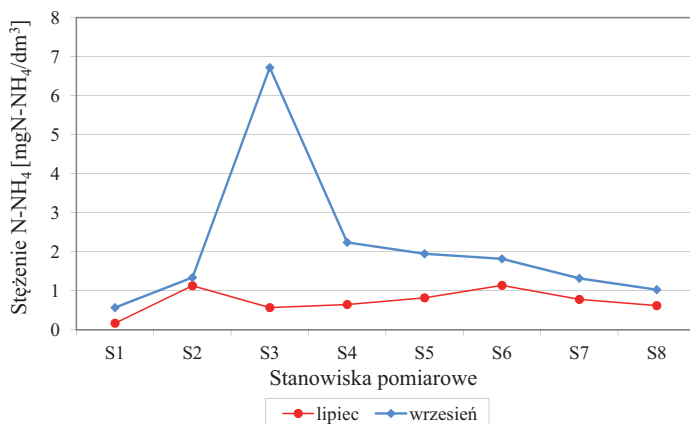


Rysunek 19. Stężenie azotu azotynowego w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

Zakres stężeń azotu azotynowego oraz dynamika zmian przy wysokim stanie wody rzeki Bytomki (wrzesień br.) były bardzo zbliżone. Wzdłuż biegu rzeki stężenia omawianego wskaźnika były coraz wyższe, od wartości  $0,02 \text{ mgN-NO}_2/\text{dm}^3$  na stanowisku pierwszym do  $0,4 \text{ mgN-NO}_2/\text{dm}^3$  na stanowisku przy ul. Hagera w Zabrze. Na końcowym odcinku rzeki, w Zabrze, od stanowiska przy ul. Hagera do stanowiska przy ul. Królewskiej Tamy w Gliwicach stężenie azotu azotynowego nieznacznie spadało od  $0,4 \text{ mgN-NO}_2/\text{dm}^3$  do  $0,3 \text{ mgN-NO}_2/\text{dm}^3$ . Wzrost stężenia azotu azotynowego z biegiem rzeki zarówno przy niskim jak i wysokim stanie wody wskazuje na możliwość utleniania organicznych i mineralnych form azotu, a także może wynikać ze wzrastającego wpływu wprowadzanych do rzeki ścieków komunalnych i przemysłowych.

### 6.3.3. Azot amonowy

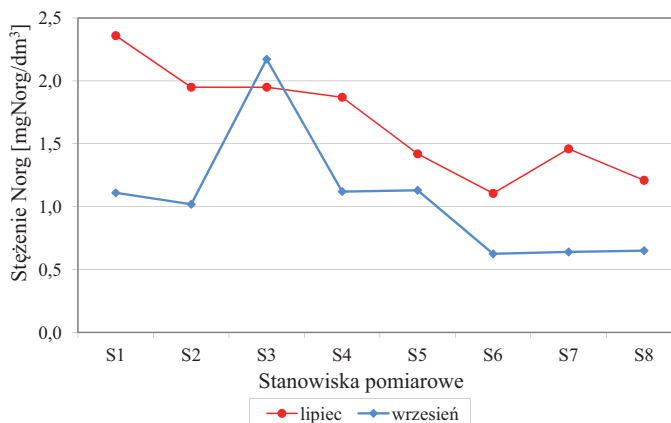
Stężenie azotu amonowego w wodzie rzeki Bytomki przedstawiono na rysunku 20. W okresie niskiego stanu wody (lipiec br.) stężenie azotu amonowego w wodzie rzeki Bytomki było wyrównane na całej długości ciek. Na stanowisku pierwszym odnotowano najniższe stężenie wynoszące  $0,2 \text{ mgN-NH}_4/\text{dm}^3$ . Na pozostałych stanowiskach wzdłuż biegu rzeki stężenie zmieniało się od  $0,7 \text{ mgN-NH}_4/\text{dm}^3$  do  $1,1 \text{ mgN-NH}_4/\text{dm}^3$ . Podczas wysokiego stanu wody (wrzesień br.) odnotowano incydentalny wzrost stężenia azotu amonowego do  $6,72 \text{ mgN-NH}_4/\text{dm}^3$  na stanowisku trzecim (Bytom, ul. Młyńska). Na pozostałych stanowiskach stężenie azotu amonowego było wyższe od odnotowanego w lipcu, średnio o około 60%. Z biegiem rzeki, na odcinku od granicy Rudy Śląskiej i Zabrze do Gliwic, stężenie wskaźnika zmniejszało się z  $2,24$  do  $1,02 \text{ mgN-NH}_4/\text{dm}^3$ .



Rysunek 20. Stężenie azotu amonowego w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

### 6.3.4. Azot organiczny

Stężenie azotu organicznego w wodzie rzeki Bytomki przedstawiono na rysunku 21.



Rysunek 21. Stężenie azotu organicznego w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

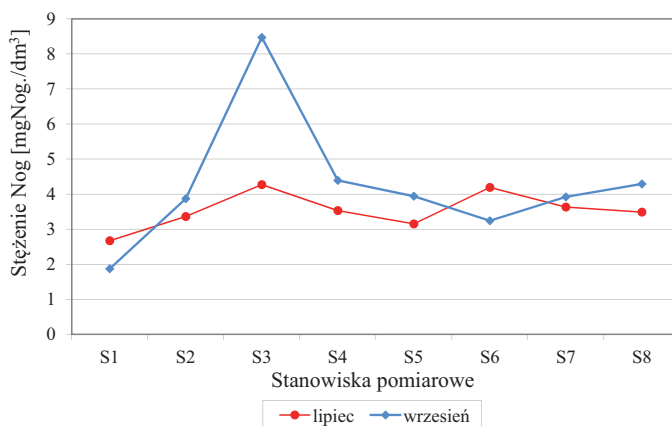
Przy niskim stanie wody (lipiec.) stężenie azotu organicznego w wodzie było najwyższe w górnym odcinku rzeki, i wynosiło 2,36 mgNorg./dm<sup>3</sup>. Z biegiem rzeki stężenie azotu organicznego zmniejszało się osiągając wartość 1,21 mgNorg./dm<sup>3</sup> na stanowisku końcowym.

W warunkach wysokiego stanu wody odnotowano – podobnie, jak w przypadku azotu amonowego, BZT<sub>5</sub>, ChZT, węgla organicznego – incydentalny wzrost stężenia azotu organicznego do 2,17 mgNorg./dm<sup>3</sup> na stanowisku trzecim, w Bytomiu przy ul. Młyńskiej.

Pomijając ten fakt, na pozostałych stanowiskach stężenie azotu organicznego w wodzie rzeki Bytomki było około dwukrotnie niższe od odnotowanych przy niskim stanie wody. W tym przypadku można to tłumaczyć procesem rozcieńczania wody rzeki wodami opadowymi wprowadzanymi kanalizacją deszczową. Zarówno w lipcu, jak i wrześniu, z biegiem rzeki stwierdzono wyraźną tendencję spadkową stężenia azotu organicznego.

### 6.3.5. Azot ogólny

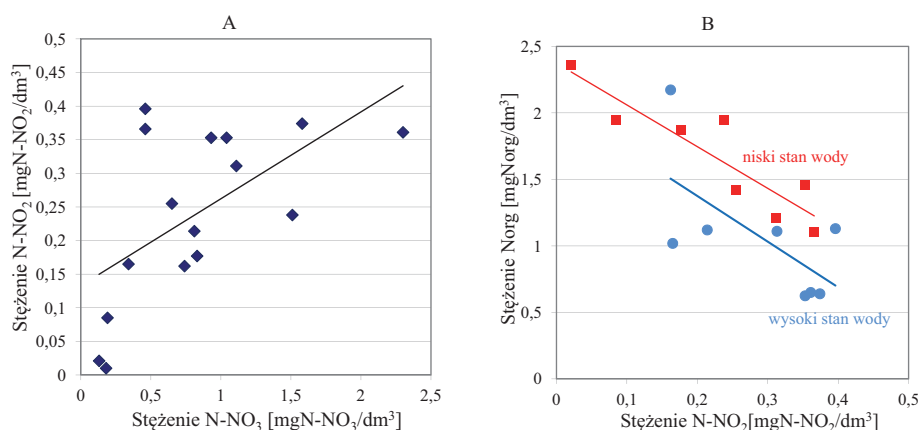
Stężenie azotu ogólnego w wodzie rzeki Bytomki przedstawiono na rysunku 22.



Rysunek 22. Stężenie azotu organicznego w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

Stężenie całkowitej ilości azotu rozpuszczonego w wodzie rzeki Bytomki w okresie prowadzenia badań wynosiło: w lipcu od 2,67 mgN/dm<sup>3</sup> do 4,27 mgN/dm<sup>3</sup> oraz od 1,87 mgN/dm<sup>3</sup> do 8,47 mgN/dm<sup>3</sup> we wrześniu. Stwierdzone wartości nie należą do wysokich. Maksymalną wartość 8,47 mgN/dm<sup>3</sup> odnotowano na stanowisku trzecim, w Bytomiu przy ul. Młyńskiej. Wskazuje ona na wykorzystanie wysokiego stanu wody do zrzutu większej ilości ścieków.

Poniżej przedstawiono zależności pomiędzy stężeniem azotu azotanowego i stężeniem azotu azotynowego oraz pomiędzy stężeniem azotu azotynowego i stężeniem azotu organicznego w wodzie rzeki Bytomki (rys. 23).



Rysunek 23. Współzależności pomiędzy A) stężeniem azotu azotanowego i stężeniem azotu azotynowego oraz pomiędzy B) stężeniem azotu azotynowego i stężeniem azotu



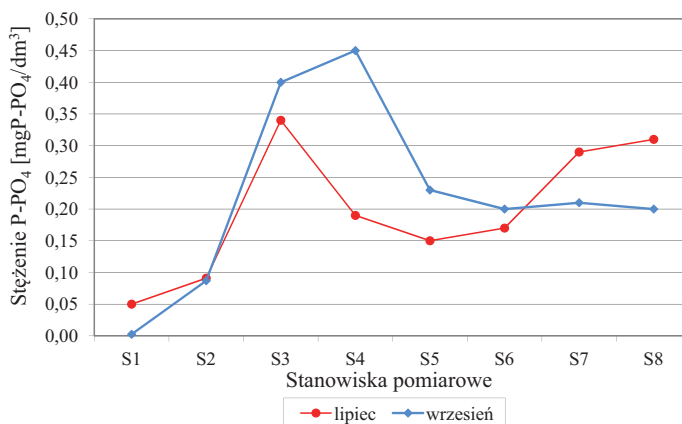
Powyższe wykresy wskazują, że w wyniku procesów samooczyszczania następuje utlenienie organicznych form azotu do form mineralnych, w wyniku czego wzrasta stężenie azotu azotanowego i azotynowego, a spada stężenie azotu organicznego.

## 6.4. Związki fosforu

### 6.4.1. Fosfor ortofosforanowy

Stężenia fosforu ortofosforanowego w wodzie rzeki Bytomki przedstawiono na rysunku 24.

Zarówno przy niskim, jak i przy wysokim stanie wody w rzece obserwowano podobną dynamikę zmian. Najniższe stężenia fosforu ortofosforanowego stwierdzono na pierwszym stanowisku pobierania próbek (odpowiednio  $0,05 \text{ mgP-PO}_4/\text{dm}^3$  oraz  $0,0025 \text{ mgP-PO}_4/\text{dm}^3$ ). Na kolejnych stanowiskach odnotowano wzrost stężenia i na stanowisku przy ulicy Młyńskiej w Bytomiu (Nr 3) odnotowano w lipcu  $0,34 \text{ mgP-PO}_4/\text{dm}^3$ , a we wrześniu  $0,4 \text{ mgP-PO}_4/\text{dm}^3$ .

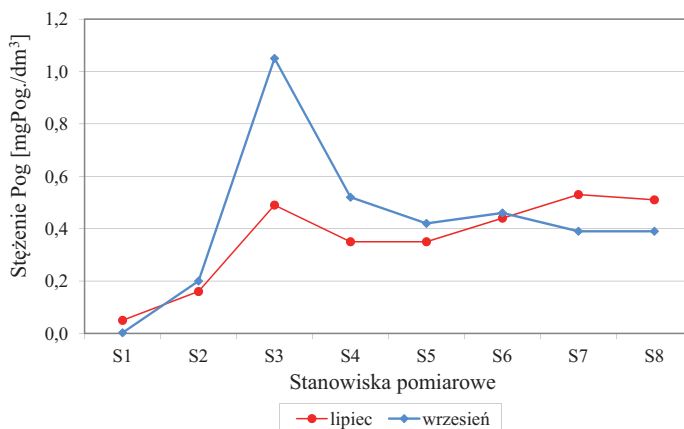


Rysunek 24. Stężenia fosforu ortofosforanowego w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

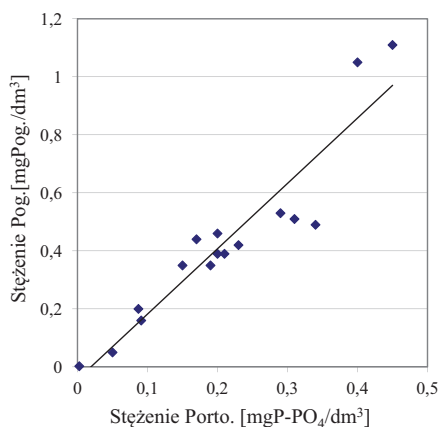
Najwyższe stężenia fosforu ortofosforanowego pojawiły się w rzece na stanowisku nr 3. Po raz kolejny widoczny jest wyraźny wpływ zrzutu ścieków z Bytomia na stan rzeki Bytomki. Wpływ ten nasila się w czasie wysokich stanów wody, co wskazuje na zwiększone zrzuty ścieków do rzeki w okresach wysokich opadów deszczu. Stężenia fosforu ortofosforanowego w wodzie rzeki należy uznać za wysokie i dążyć do ich minimalizowania.

### 6.4.2. Fosfor ogólny

Dynamika zmian wskaźnika jest bardzo podobna do dynamiki zmian stężeń fosforu ortofosforanowego (Rys. 25). I w tym przypadku uwidocznia się stanowisko nr 3 (Bytom, ul. Młyńska), jako miejsce, w którym do rzeki wprowadzane są ścieki oczyszczone w stopniu niewystarczającym lub w nadmiernej ilości.



Rysunek 25. Stężenia fosforu ogólnego w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.



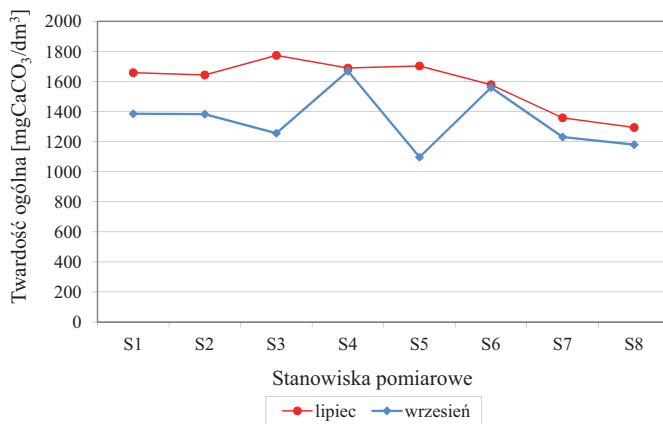
Rysunek 26. Współzależność między stężeniem P-PO<sub>4</sub>, a stężeniem Pog. w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

Stężenie fosforu ogólnego w wodzie rzeki Bytomki pozostaje w wyraźnej zależności ze stężeniem fosforu ortofosforanowego, który stanowi około 50% stężenia całkowitego (rys. 26).

## 6.5. Wskaźniki zasolenia wody

### 6.5.1. Twardość ogólna

Zmiany twardości ogólnej wody w podłużnym profilu rzeki Bytomki przedstawiono na rysunku 27. Odnotowane wartości wskaźnika klasyfikują wodę rzeki jako bardzo twardą.



Rysunek 27. Zmiany twardości ogólnej wody rzeki Bytomki – 2017 r.

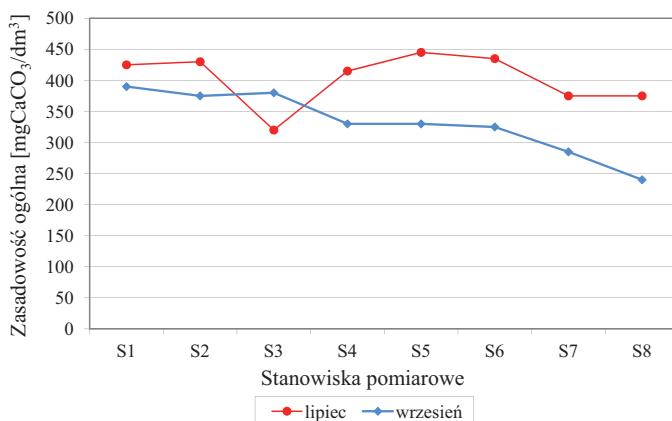
Podczas niskiego stanu wody w rzece (lipiec br.) stężenie twardości ogólnej wody zmieniało się od 1294 mgCaCO<sub>3</sub>/dm<sup>3</sup> do 1774 mgCaCO<sub>3</sub>/dm<sup>3</sup>. Wartość omawianego wskaźnika zmniejszała się z biegiem rzeki. Nieco podwyższone w stosunku do stanowisk sąsiednich wartości odnotowano na odcinku od stanowiska trzeciego (Bytom, ul. Młyńska) do stanowiska piątego (Zabrze, ul. Hagera) – wynoszące odpowiednio od 1774 mgCaCO<sub>3</sub>/dm<sup>3</sup> do 1704 mgCaCO<sub>3</sub>/dm<sup>3</sup>.

W czasie wysokiego stanu wody (sierpień br.) twardość ogólna wody była niższa o około 25% od wartości odnotowanych w lipcu. W podłużnym profilu rzeki twardość wody zmniejszała się z 1365 mgCaCO<sub>3</sub>/dm<sup>3</sup> na stanowisku położonym najwyżej (Bytom, ul. Towarowa) do 1180 mgCaCO<sub>3</sub>/dm<sup>3</sup> na stanowisku końcowym (Gliwice, ul. Królewskiej Tamy). Wyjątki stanowiły wartości odnotowane w dniu pobrania próbek na stanowiskach czwartym (Zabrze, ul. Mikosza) i szóstym (Zabrze, ul. Trocera). Być może w ten sposób wykazano przemieszczanie się fali wody o podwyższonej twardości.

Podkreślić należy fakt wystąpienia, w profilu podłużnym rzeki, spadkowej tendencji twardości wody, zarówno podczas niskiego, jak i podczas wysokiego stanu wody.

## 6.5.2. Zasadowość

Zmiany stężeń zasadowości w wodzie rzeki Bytomki przedstawiono na rysunku 28.

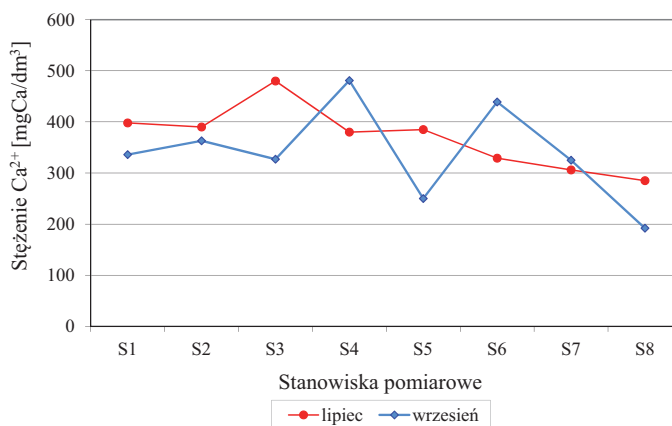


Rysunek 28. Stężenie zasadowości wody w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

W warunkach niskiego stanu wody w rzece (lipiec br.) stężenie zasadowości (kwaśnych węglanów) zmieniało się w granicach od  $403 \text{ mgCaCO}_3/\text{dm}^3$  do  $445 \text{ mgCaCO}_3/\text{dm}^3$ . Wartość najniższą odnotowano na stanowisku trzecim (Bytom, ul. Młyńska). Pomijając ten wynik, od stanowiska nr 1 (Bytom, ul. Towarowa) do stanowiska nr 6 (Zabrze, ul. Trocera) stężenie kwaśnych węglanów w wodzie rzeki było bardzo wyrównane i wynosiło od  $425 \text{ mgCaCO}_3/\text{dm}^3$  do  $435 \text{ mgCaCO}_3/\text{dm}^3$ . Na końcowym odcinku rzeki stężenie omawianego wskaźnika obniżyło się do  $375 \text{ mgCaCO}_3/\text{dm}^3$ . Ogólnie można stwierdzić, że w warunkach niskiego stanu wody rzeki zasadowość wody była wyrównana z nieznaczną tendencją spadkową na końcowym odcinku rzeki. Wyraźna tendencja spadkowa stężenia kwaśnych węglanów w wodzie rzeki Bytomki została odnotowana w czasie wysokiego stanu wody. Stężenie omawianego wskaźnika zmniejszyło się z  $390 \text{ mgCaCO}_3/\text{dm}^3$  na pierwszym stanowisku profilu podłużnego rzeki do  $240 \text{ mgCaCO}_3/\text{dm}^3$  na stanowisku końcowym. W górnym biegu rzeki (miasto Bytom) stężenie zasadowości było nieco wyższe (od  $390 \text{ mgCaCO}_3/\text{dm}^3$  do  $380 \text{ mgCaCO}_3/\text{dm}^3$ ) niż w biegu środkowym (od  $330 \text{ mgCaCO}_3/\text{dm}^3$  do  $325 \text{ mgCaCO}_3/\text{dm}^3$ ). Zasadowość wody, bardzo wysoka zarówno przy niskim, jak i wysokim stanie wody, zmniejsza się z biegiem rzeki.

### 6.5.3. Stężenie jonów wapniowych

Stężenie jonów wapniowych w wodzie rzeki Bytomki przedstawiono na rysunku 29.

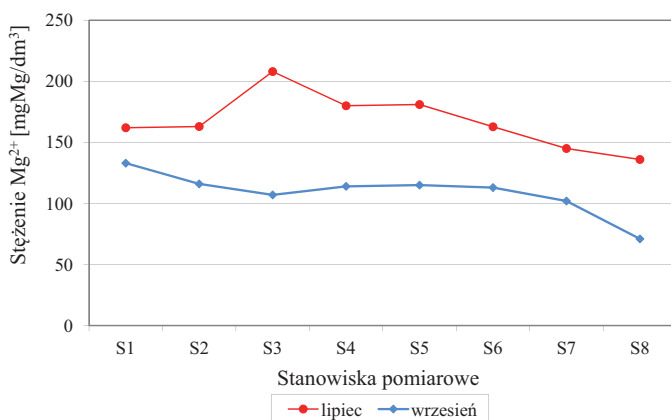


Rysunek 29. Stężenie jonów wapniowych w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

Związki wapnia stanowią główny składnik twardości ogólnej wody. To sprawia, że odnotowano duże podobieństwo dynamiki zmian stężeń jonów wapniowych do dynamiki zmian twardości ogólnej w wodzie rzeki Bytomki. Spostrzeżenie to dotyczy zarówno niskiego, jak i wysokiego stanu wody w rzece. Zakres zmian stężeń jonów wapniowych w wodzie rzeki wynosił od 285 mgCa/dm<sup>3</sup> do 480 mgCa/dm<sup>3</sup>. Spadkowa tendencja widoczna jest od stanowiska nr 3 (Bytom, ul. Młyńska) – 480 mgCa/dm<sup>3</sup> – do stanowiska końcowego (Gliwice, ul. Królewskiej Tamy) – 285 mgCa/dm<sup>3</sup>. W górnym odcinku cieku odnotowano 390 mgCa/dm<sup>3</sup>. Podczas wysokiego stanu wody w rzece Bytomce (wrzesień br.) stężenie jonów wapniowych zmieniało się od 192 mgCa/dm<sup>3</sup> do 481 mgCa/dm<sup>3</sup>. Dynamika zmian była silniejsza niż podczas niskiego stanu wody w rzece. Najwyższe wartości w dniu pobrania próbek wody odnotowano na stanowisku nr 4 (Zabrze, ul. Mikosza) oraz na stanowisku nr 6 (Zabrze, ul. Trocera). Podobnie, jak w przypadku twardości ogólnej przebieg zmian wskazuje na przemieszczanie się fali wody o podwyższonych wartościach stężeń. Ponadto uwidocznia się również efekt rozcieńczenia, skutkujący tym, że stężenie jonów wapniowych przy wysokim stanie wody było średnio o około 30 mgCa/dm<sup>3</sup> niższe w porównaniu ze stanem niskim. W przypadku obu stanów wody stężenie jonów wapnia maleje z biegiem rzeki.

### 6.5.4. Stężenie jonów magnezowych

Stężenie jonów magnezowych w wodzie rzeki Bytomki przedstawiono na rysunku 30. W czasie prowadzenia badań stężenie jonów magnezowych w wodzie rzeki Bytomki było bardzo wysokie. W czasie niskiego stanu wody najniższe stężenia odnotowano na najwyższym odcinku rzeki – 163 mgMg/dm<sup>3</sup>. Stężenie jonów magnezowych w wodzie rzeki Bytomki są około 10–15-krotnie wyższe niż w wodzie rzeki Rudy, zasilającej zbiornik Rybnicki.

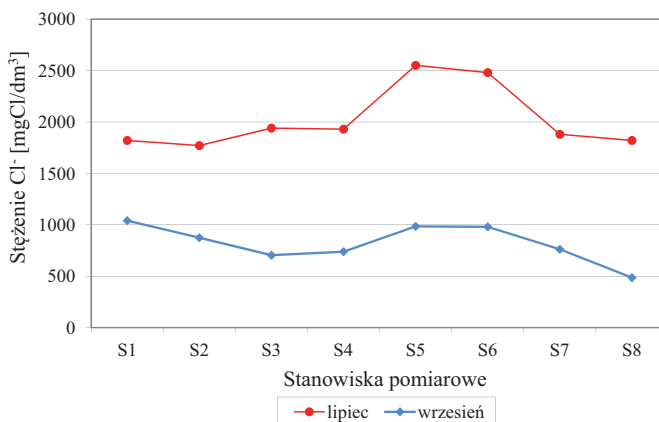


Rysunek 30. Stężenie jonów magnezowych w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

Najwyższe stężenie jonów magnezowych stwierdzono w wodzie na stanowisku nr 3 (Bytom, ul. Młyńska). Od tego stanowiska do stanowiska końcowego (Gliwice, ul. Królewskiej Tamy) stężenie jonów magnezowych wykazywało wyraźną tendencję spadkową, obniżając się z 208 163 mgMg/dm<sup>3</sup> do 136 163 mgMg/dm<sup>3</sup>. Podczas wysokiego stanu wody tendencja i dynamika zmian były podobne. Jednak w tym przypadku najwyższe stężenie jonów magnezowych w wodzie rzeki – 133 163 mgMg/dm<sup>3</sup> – odnotowano na pierwszym stanowisku podłużnego profilu rzeki. Wartość najniższą – 71 163 mgMg/dm<sup>3</sup> – stwierdzono na stanowisku końcowym. Podobnie, jak w przypadku wcześniej opisanych wskaźników „mineralnych” zarówno w stanie niskiej, jak i wysokiej wody stężenie jonów magnezowych zmniejsza się z biegiem rzeki. W odniesieniu do wyższych stężeń odnotowanych przy niskim stanie wody stężenie podczas stanu wysokiej wody niższe jest o około 60 163 mgMg/dm<sup>3</sup>, czyli o około 40%. Wysokie stężenia jonów magnezowych w wodzie rzeki Bytomki są skutkiem zrzutu do rzeki zasolonych wód kopalnianych.

### 6.5.5. Stężenie jonów chlorkowych

Na rysunku 31 przedstawiono zmiany stężenia jonów chlorkowych w profilu podłużnym rzeki Bytomki.



Rysunek 31. Stężenie jonów chlorkowych w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

Odnotowane stężenia jonów chlorkowych wskazują na znaczny stopień zasolenia wód rzeki, czego przyczyn należy upatrywać w zrzutach zasolonych wód kopalnianych. Wyraźnie wyższe stężenia jonów chlorkowych odnotowano podczas niskiego stanu wody w rzece. Na odcinku od najwyższego stanowiska (Bytom, ul. Towarowa) do stanowiska nr 4 (Zabrze, ul. Mikosza) Stężenie jonów chlorkowych wynosiło od 1770 mgCl/dm<sup>3</sup> do 1940 mgCl/dm<sup>3</sup>. Następnie, na stanowisku w Zabrzu przy ul. Hagera odnotowano wzrost stężenia jonów chlorkowych do 2550 mgCl/dm<sup>3</sup>. Podwyższone stężenie omawianego wskaźnika odnotowano również na kolejnym stanowisku, w Zabrzu, przy ul. Trocera, po czym na stanowisku nr 7, przy ul. Kondratowicza stwierdzono zmniejszenie stężenia do 1880 mgCl/dm<sup>3</sup> oraz do 1820 mgCl/dm<sup>3</sup> na stanowisku końcowym.

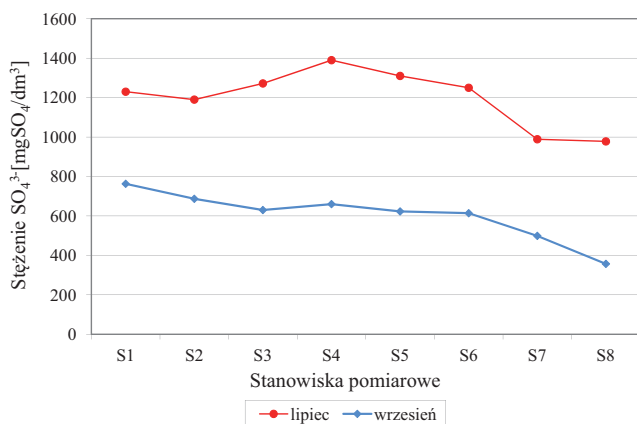
Podczas wysokiego stanu wody w rzece Bytomce zakres stężeń jonów chlorkowych w wodzie rzeki wynosił od 704 mgCl/dm<sup>3</sup> do 1040 mgCl/dm<sup>3</sup>. I w tej sytuacji widoczny jest (rys. 31) niewielki wzrost stężenia jonów chlorkowych na obszarze miasta Zabrza.

Doprowadzenie do rzeki Bytomki wód opadowych spowodowało widoczny efekt rozcieńczenia i zmniejszenie stężenia jonów chlorkowych średnio o 1350 mgCl/dm<sup>3</sup>, czyli o około 60%.



### 6.5.6. Stężenie jonów siarczanowych

Stężenie jonów siarczanowych w wodzie rzeki Bytomki przedstawiono na rysunku 32. Dynamika przebiegu zmian stężeń tego wskaźnika jest podobna do dynamiki zmian jonów chlorkowych w wodzie rzeki. Wskazuje to na te same źródła tego rodzaju zanieczyszczeń.



Rysunek 32. Stężenie jonów siarczanowych w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

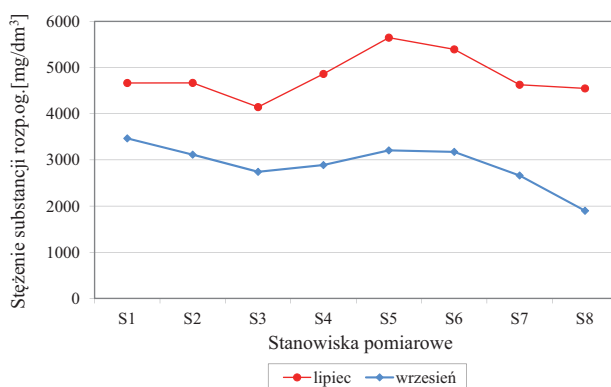
Podczas niskiego stanu wody w rzece stężenie jonów siarczanowych wzrastało na odcinku od stanowiska nr 1 (Bytom, ul. Towarowa) do stanowiska nr 4 (Ruda Śl./Zabrze, ul. Mikosza) z  $1230 \text{ mgSO}_4/\text{dm}^3$  do  $1390 \text{ mgSO}_4/\text{dm}^3$ . Od stanowiska nr 4 do stanowiska końcowego (Gliwice, ul. Królewskiej Tamy) stężenie jonów siarczanowych zmniejszało się do  $978 \text{ mgSO}_4/\text{dm}^3$ . Zauważalne zmniejszenie stężenia odnotowano na stanowisku przy ul. Kondratowicza w Zabrzu. Można to tłumaczyć wprowadzeniem oczyszczonych ścieków z oczyszczalni Zabrze-Śródmieście.

W warunkach wysokiego stanu wody widoczna jest tendencja spadkowa stężenia jonów siarczanowych na całej długości rzeki od stanowiska nr 1 do stanowiska nr 8. Stężenie omawianego wskaźnika zmniejszyło się z  $763 \text{ mgSO}_4/\text{dm}^3$  do  $357 \text{ mgSO}_4/\text{dm}^3$ .

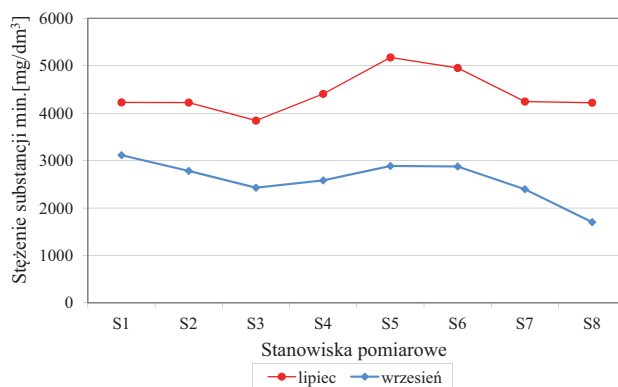
Podobnie, jak w przypadku stężenia opisanych wyżej wskaźników zasolenia wody, tak i w przypadku jonów siarczanowych widoczny jest skutek rozcieńczenia spowodowany doprowadzeniem kanalizacją deszczową wód opadowych. W rezultacie, przy wysokim stanie wody w rzece stężenie jonów siarczanowych było o około  $620 \text{ mgSO}_4/\text{dm}^3$ , to jest o około 50% mniejsze niż podczas niskiego stanu wody.

### 6.5.7. Stężenie substancji rozpuszczonych

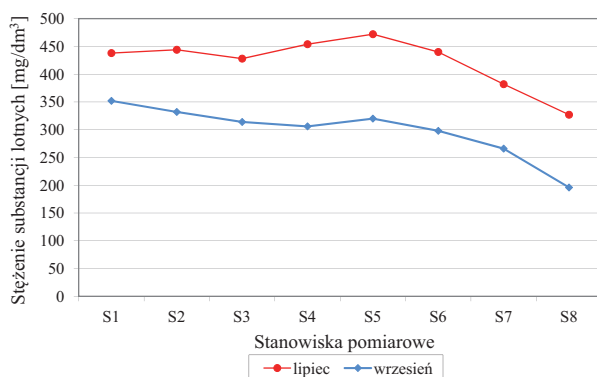
Zakres stężeń soli rozpuszczonych w wodzie rzeki Bytomki w czasie prowadzenia badań (rys. 33) wynosił: – w przypadku całkowitej ilości – przy niskim stanie wody od 4144 mg/dm<sup>3</sup> do 5648 mg/dm<sup>3</sup>, przy wysokim stanie wody od 1896 mg/dm<sup>3</sup> do 3466 mg/dm<sup>3</sup>, – w przypadku substancji mineralnych – przy niskim stanie wody od 3844 mg/dm<sup>3</sup> do 5176 mg/dm<sup>3</sup>, przy wysokim stanie wody od 1702 mg/dm<sup>3</sup> do 3114 mg/dm<sup>3</sup>, – w przypadku substancji lotnych (straty prażenia) – przy niskim stanie wody od 327 mg/dm<sup>3</sup> do 472 mg/dm<sup>3</sup>, przy wysokim stanie wody od 196 mg/dm<sup>3</sup> do 352 mg/dm<sup>3</sup>. Odnotowane stężenia rozpuszczonych w wodzie rzeki substancji wskazują na wysoki stopień zmineralizowania wody rzeki. W przypadku wszystkich trzech wskaźników widoczny jest wpływ zrzutu wód opadowych kanalizacją deszczową do rzeki, skutkujący efektem rozcieńczenia. Substancje mineralne, nie ulegające spalaniu stanowią średnio 90% całkowitej ilości substancji rozpuszczonych w wodzie. Stężenie substancji lotnych wynosi zatem około 10%.



Rysunek 33. Ogólne stężenie substancji rozpuszczonych w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.



Rysunek 34. Stężenie substancji mineralnych w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

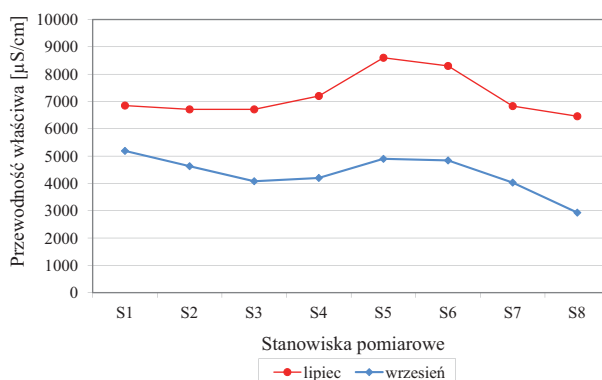


Rysunek 35. Stężenie substancji lotnych w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

W wyniku doprowadzenia do rzeki wód opadowych odnotowano zmniejszenie stężenia: w przypadku całkowitej ilości substancji o 45%, w przypadku substancji mineralnych o 45% oraz w przypadku substancji lotnych – 31%. W przypadku wszystkich trzech wskaźników, zarówno w warunkach niskiego, jak i wysokiego stanu wody, odnotowano z biegiem rzeki spadkową tendencję stężeń. Należy podkreślić fakt, iż wyraźny wzrost stężeń omawianych wskaźników pojawia się na odcinku rzeki przepływającej przez Zabrze.

### 6.5.8. Przewodnictwo właściwe wody

Zmiany przewodnictwa właściwego wody rzeki Bytomki przedstawiono na rysunku 36. Odnotowane wartości odzwierciedlają wysoki stopień zasolenia wody rzeki. Wartości przewodnictwa właściwego są charakterystyczne dla silnej antropopresji przemysłowej, w tym przypadku spowodowanej odpompowywaniem i zrzutami do rzeki zasolonych wód kopalnianych.

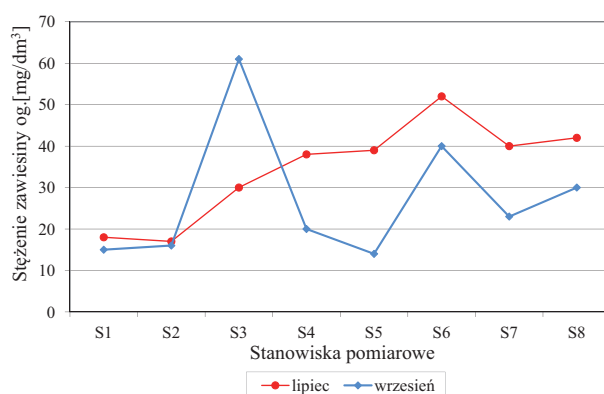


Rysunek 36. Przewodnictwo właściwe wody rzeki Bytomki – 2017 r.

Dynamika zmian przewodnictwa właściwego wody rzeki zarówno przy niskim jak i wysokim stanie wody w rzece była bardzo podobna. W warunkach niskiego stanu wody przewodnictwo właściwe zmieniało się w granicach od 6458  $\mu\text{S}/\text{cm}$  do 8600  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , a w warunkach wysokiej wody od 2930  $\mu\text{S}/\text{cm}$  do 5190  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Należy podkreślić, że wysoką wartość przewodnictwa właściwego stwierdzono już w najwyższym punkcie górnego biegu rzeki (Bytom, ul. Towarowa). Od tego stanowiska do stanowiska na pograniczu Rudy Śląskiej i Zabrze, przewodnictwo wody obniżało się w niewielkim stopniu w czasie niskiego stanu wody, w nieco większym stopniu w czasie stanu wysokiego. Wzrost wartości omawianego wskaźnika odnotowano od granicy miast Ruda Śląska i Zabrze, do 8600  $\mu\text{S}/\text{cm}$  przy niskim stanie wody do 4900  $\mu\text{S}/\text{cm}$  w stanie wysokim. Bardziej wyraźne zmniejszenie przewodnictwa właściwego – do 6830  $\mu\text{S}/\text{cm}$  przy niskim stanie wody i do 4030  $\mu\text{S}/\text{cm}$  przy stanie wysokim stwierdzono na stanowisku poniżej oczyszczalni ścieków Zabrze-Śródmieście. W wyniku odprowadzania do rzeki kanalizacją deszczową wód opadów atmosferycznych, przy wysokim stanie wody obserwowano zmniejszenie przewodnictwa właściwego średnio o 45%.

### 6.5.9. Zawiesina ogólna

Przebieg zmian stężeń zawiesiny w wodzie rzeki Bytomki przedstawiono na rysunku 37. Stężenie zawiesiny ogólnej w wodzie rzeki, w warunkach niskiego stanu wody wynosiło od 18  $\text{mg}/\text{dm}^3$  na pierwszym stanowisku podłużnego profilu rzeki do 52  $\text{mg}/\text{dm}^3$  na stanowisku poniżej oczyszczalni Zabrze-Śródmieście. Na dwóch ostatnich stanowiskach stężenie zawiesiny zmniejszyło się do 40  $\text{mg}/\text{dm}^3$ .



Rysunek 37. Stężenie zawiesiny w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

Podczas wysokiego stanu wody w rzece odnotowano podwyższone stężenie zawiesiny na stanowisku nr 3 (Bytom, ul. Młyńska) oraz na stanowisku

nr 6, przy ul. Trocera w Zabrze. Wzrost stężenia zawiesiny na stanowisku nr 3 był prawdopodobnie spowodowany zrzutem ścieków, natomiast wzrost stężenia na stanowisku nr 6 można tłumaczyć wprowadzeniem do rzeki dużych ilości ścieków opadowych, spłukujących zanieczyszczenia, w tym zawiesiny, ze szczelnych powierzchni miasta.

## 7. Ładunki wybranych zanieczyszczeń w wodzie rzeki Bytomki

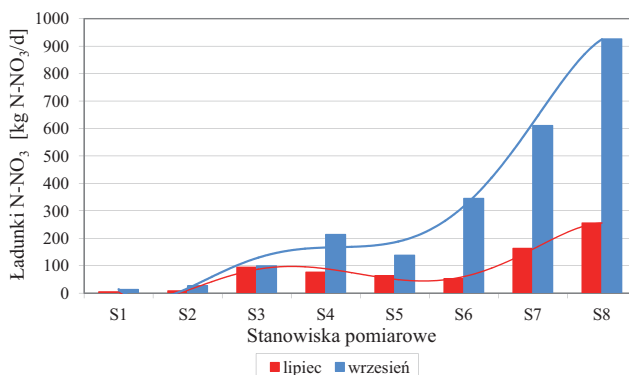
Znajomość wielkości ładunków zanieczyszczeń wprowadzanych do ekosystemu wodnego, zarówno limnicznego (jeziora, zbiorniki wodne), jak i potamicznego (wody płynące) jest jednym z najistotniejszych elementów w procesie oceny stopnia zagrożenia, degradacji oraz podejmowania decyzji o zabiegach ochronnych.

W przypadku rzeki Bytomki, dysponując wynikami pomiarów natężenia przepływu oraz stężeniami zawartych w wodzie substancji, obliczono wielkości i dokonano analizy zmian ładunków zanieczyszczeń przemieszczających się z biegiem rzeki. Uzyskane wyniki przedstawiono poniżej.

### 7.1. Związki azotu

#### 7.1.1. Ładunki azotu azotanowego

Ładunki azotu azotanowego w wodzie rzeki Bytomki wzrastały z biegiem rzeki (rys. 38). W warunkach niskiego stanu wody najniższe wartości odnotowano w najwyższym górnym biegu rzeki. W środkowym biegu rzeki widoczne było niewielkie zmniejszanie się ładunków – z 94 Mg/d do 63 Mg/d – na odcinku rzeki od granicy Bytomia do miasta Zabrze.



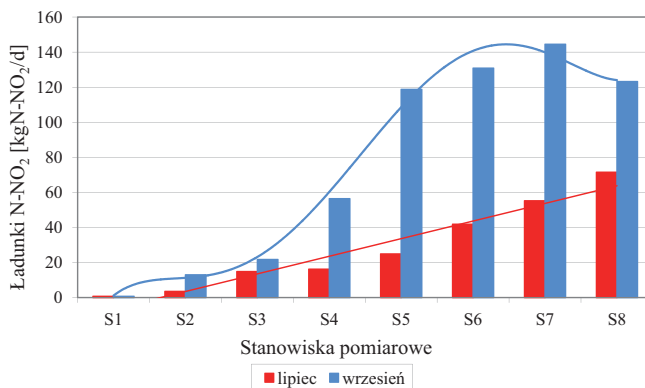
Rysunek 38. Ładunki azotu azotanowego profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r.

Wyraźny wzrost ładunków azotu azotanowego widoczny jest na terenie Zabrza. Trzykrotnie większy ładunek omawianego wskaźnika (163 Mg/d) odnotowano na stanowisku przy ul. Kondratowicza. Fakt ten wskazuje na oddziaływanie, na tym odcinku rzeki, oczyszczalni Zabrze Śródmieście. Dalszy wzrost ładunku w wodzie rzeki Bytomki stwierdzono na stanowisku przed ujściem rzeki do Kłodnicy.

Dynamika zmian ładunków azotu azotanowego w profilu podłużnym rzeki przy wysokim stanie wody w rzece była podobna. Natomiast stwierdzono ładunki omawianego wskaźnika od dwukrotnie do sześciokrotnie wyższe od odnotowanych przy niskim stanie wody. Wzrost ładunków azotu azotanowego widoczny jest na granicy Bytomia i Rudy Śląskiej, a następnie w centrum Zabrza. Fakt ten wskazuje na rolę, jaką w dostarczaniu do rzeki Bytomki ładunków azotu azotanowego mogą odgrywać ścieki opadowe, ewentualnie wykorzystywanie stanów wezbraniowych do niekontrolowanego zrzucania innych ścieków.

### 7.1.2. Ładunki azotu azotynowego

W warunkach niskiego stanu wody ładunki azotu azotynowego wzrastały równomiernie z biegiem rzeki (rys. 39). W porównaniu do ładunku tej formy azotu na stanowisku pierwszym (0,7 kgN/d), ładunek odnotowany na stanowisku końcowym był około 100-krotnie wyższy (71 kgN/d).



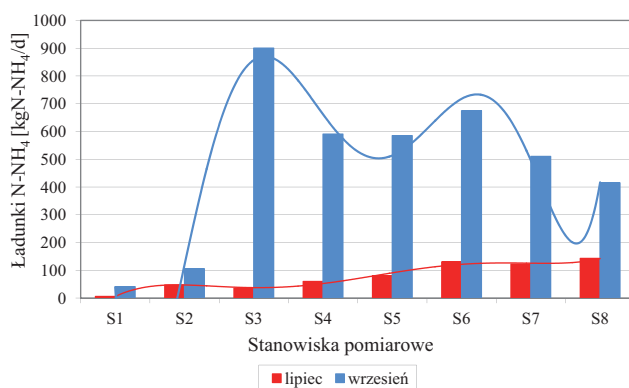
Rysunek 39. Ładunki azotu azotynowego w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r.

W warunkach wysokiego stanu wody w rzece ładunki azotu azotynowego również zwiększały się z biegiem rzeki, lecz należy podkreślić, że wzrost ten nastąpił od stanowiska w granicach Rudy Śląskiej i następnie na odcinku rzeki w Zabrze. W przypadku azotu azotynowego ładunki w stanie wysokiej wody również były od dwukrotnie do sześciokrotnie wyższe niż przy niskim stanie

wody. Wskazuje to wyraźnie na zwiększone zrzuty ścieków w okresie intensywnych opadów atmosferycznych i zwiększonego natężenia przepływu.

### 7.1.3. Ładunki azotu amonowego

Dynamika zmian ładunków azotu amonowego w wodzie rzeki Bytomki przy niskim stanie wody była podobna do dynamiki zmian ładunków azotu azotynowego (rys. 40). Stopniowy wzrost ładunków następował z biegiem rzeki. Ładunek azotu amonowego wynosił na stanowisku pierwszym 6 kgN-NH<sub>4</sub>/d i wzrastał do 145 kgN-NH<sub>4</sub>/d na stanowisku końcowym. Jak można zauważyć, w porównaniu do ładunków odnotowanych powyżej Zabrze (60–80 kgN-NH<sub>4</sub>/d), wyraźnie większe ładunki omawianego wskaźnika (122–143 kgN-NH<sub>4</sub>/d) odnotowano na terenie centrum miasta.



Rysunek 40. Ładunki azotu amonowego w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r.

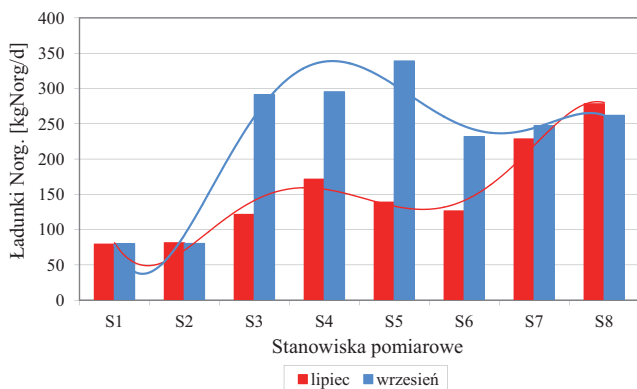
W warunkach wysokiego stanu wody w rzece uwidocznił się bardzo silny wpływ oczyszczalni w Orzegowie (Ruda Śląska). W dniu pobierania prób, na stanowisku przy ul. Młyńskiej uchwyciono ładunek azotu amonowego wynoszący 900 kgN-NH<sub>4</sub>/d. Wpływ zrzutu ścieków z tej oczyszczalni widoczny był na odcinku rzeki, aż do centrum Zabrze. Obniżenie ładunku do 510 kgN-NH<sub>4</sub>/d będące prawdopodobnie skutkiem rozcieńczenia oczyszczonymi ściekami z oczyszczalni Zabrze-Śródmieście, odnotowano poniżej Zabrze, na stanowisku przy ul. Kondratowicza.

### 7.1.4. Ładunki azotu organicznego

Dynamika zmian ładunków azotu organicznego zwiększających się z biegiem rzeki, wskazuje na rolę oczyszczalni w Orzegowie, jako elementu powodu-



jącego wzrost ładunków zarówno w warunkach niskiego, jak i wysokiego stanu wody w rzece (rys. 41).



Rysunek 41. Ładunki azotu organicznego w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r.

Przy niskim stanie wody można wyróżnić trzy odcinki rzeki, pierwszy, od stanowiska pierwszego do centrum Bytomia – ładunki około 80 kgNorg./d, drugi od Bytomia do granic Rudy Śląskiej z Zabrzem, ładunki około 120–170 kgNorg./d, i trzeci – poniżej Zabrze – ładunki około 220–280 kgNorg./d.

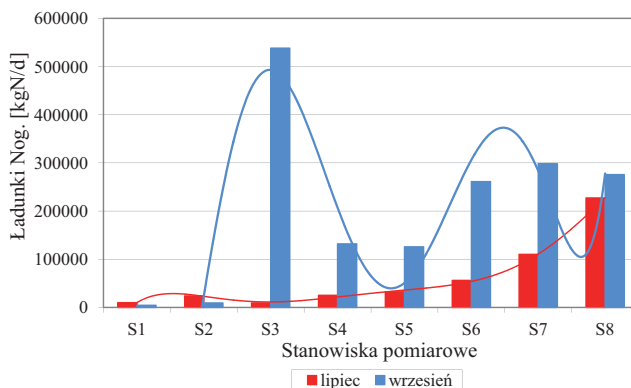
W warunkach wysokiego stanu wody widać wyraźny wpływ zrzutu ścieków z oczyszczalni w Orzegowie. Oddziaływanie zrzutu ścieków widoczne było na całej, pozostałej długości rzeki.

Na uwagę zasługują bardzo podobne ładunki azotu organicznego odnotowane przy niskim i wysokim stanie wody, na dwóch końcowych stanowiskach pomiarowych (przy ulicy Kondratowicza i Królewskiej Tamy). Wysokie ładunki, stwierdzone podczas niskiego stanu wody, wskazują na zrzut w tym czasie ładunków tej formy azotu z oczyszczalni Zabrze-Śródmieście.

### 7.1.5. Ładunki azotu ogólnego

Przedstawiona poniżej dynamika zmian ładunków dobowych azotu organicznego w rzece Bytomce po raz kolejny potwierdza niekorzystny wpływ zrzutów ścieków z oczyszczalni w Orzegowie na stan rzeki (rys. 42).

W warunkach niskiego stanu wody ładunki azotu ogólnego zwiększały się stopniowo z biegiem rzeki od 9000 kgN/d do 227000 kgN/d. W warunkach stanu wysokiego uchwyciono ładunek 538000 kgN/d, będący skutkiem zrzutu ścieków z oczyszczalni w Orzegowie. Skutek zrzutu widoczny był na pozostałym odcinku rzeki. Na przedstawionym wykresie można zauważyć, że ładunki zanieczyszczeń przemieszczają się w postaci następujących po sobie fal.

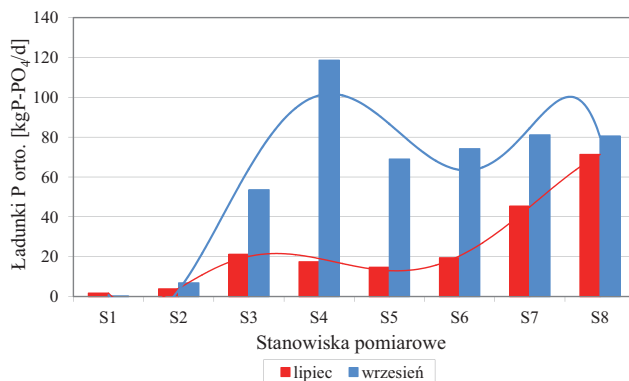


Rysunek 42. Ładunki azotu ogólnego w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r.

## 7.2. Związki fosforu

### 7.2.1. Ładunki fosforu ortofosforanowego

Obliczone dla poszczególnych stanowisk dobowe ładunki ortofosforanów w czasie niskiego stanu wody były niższe od ładunków przy wysokim stanie wody od 2-krotnie do 6-krotnie niższe (rys. 43). Przy niskim stanie wody wielkość ładunków dobowych wynosiła od 2 kgP-PO<sub>4</sub>/d (stanowisko pierwsze) do 71 kgP-PO<sub>4</sub>/d (stanowisko końcowe). Wyraźnie wyższy ładunek pojawia się na stanowisku trzecim, na granicy Bytomia i Rudy Śląskiej (oczyszczalnia Orzegów). W środkowym biegu rzeki odnotowano wyrównywanie wielkości ładunków. Natomiast zwiększenie ładunków nastąpiło poniżej Zabrze, co można przypisywać wpływowi zrzutu oczyszczonych ścieków z oczyszczalni Zabrze – Śródmieście.

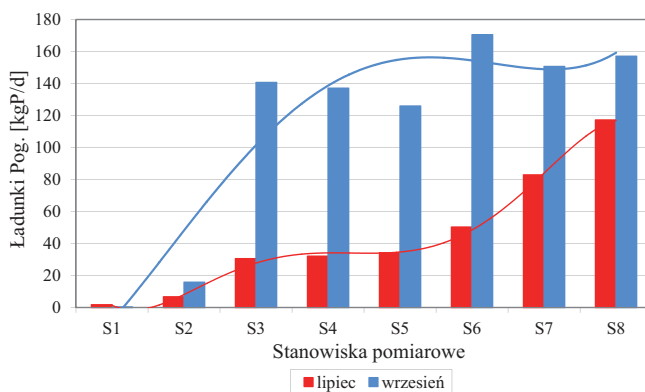


Rysunek 43. Ładunki fosforu o-fosforanowego profil podłużny Rzeki Bytomki – 2017 r.

Przy wysokim stanie wody w rzece również widoczny jest wpływ zrzutu ścieków na granicy Bytomia i Rudy Śląskiej. Dobowy ładunek wynoszący 7 kg obliczono dla stanowiska górnego. Na stanowisku trzecim (Bytom, ul. Młyńska) w dniu pomiaru wynosił 54 kgP-PO<sub>4</sub>/d, a na stanowisku czwartym 119 kgP-PO<sub>4</sub>/d. Wpływ ten widoczny jest również na pozostałych stanowiskach, przy czym od centrum Zabrze do ujścia Bytomki do rzeki Kłodnicy odnotowano ładunki dość wyrównane.

### 7.2.2. Ładunki fosforu ogólnego

W warunkach niskiego stanu wody w rzece Bytomce ładunki fosforu ogólnego wzrastały stopniowo z biegiem rzeki (rys. 44). Wzrost ładunku fosforu na stanowisku przy ul. Kondratowicza (83 kgP/d) w porównaniu do 50 kgP/d na stanowisku przy ul. Trocera odzwierciedla wpływ oczyszczalni Zabrze-Śródmieście.



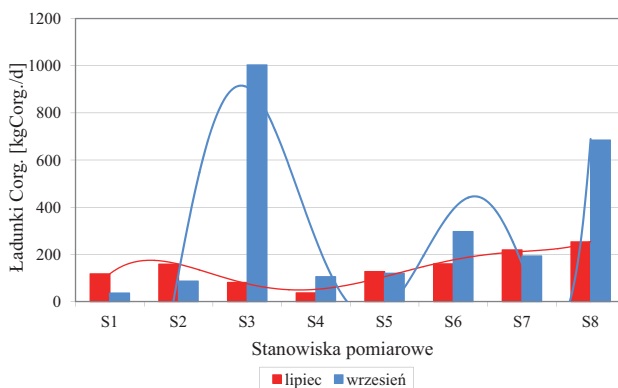
Rysunek 44. Ładunki fosforu ogólnego w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r.

W warunkach wysokiego stanu wody w rzece ładunki fosforu były, od obliczonych dla stanu niskiego, od dwu- do pięciokrotnie większe. Przybór wody w rzece stanowi atrakcyjny z hydrologicznego punktu widzenia stan umożliwiający zrzuty ścieków. Jak widać na wykresie (rys. 44) ładunek fosforu niesiony z wodą rzeki wzrósł gwałtownie na stanowisku poniżej zrzutu ścieków z oczyszczalni w Orzegowie.

Ładunki fosforu przemieszczając się z falą wezbraniową w dół rzeki, w dniu pomiaru widoczne są na całej długości cieku.

### 7.3. Ładunki węgla organicznego

W przypadku ładunków dobowych węgla organicznego nie stwierdzono prostej zależności polegającej (jak w poprzednich przypadkach) na występowaniu większych ładunków przy wysokim stanie wody (rys. 45). W warunkach niskiego stanu wody nieco wyższe ładunki węgla organicznego odnotowano w górnym i dolnym biegu rzeki. W środkowym biegu rzeki stwierdzono ładunki niższe. Należy podkreślić specyfikę ekosystemu rzeczno (ruch wody) powodującego permanentne przemieszczanie się mas wodnych, a wraz z nimi ładunków zanieczyszczeń. Uchwycone i przedstawione na rysunkach stany są stanami chwilowymi, ale pozwalają one zaobserwować powstawanie i przemieszczanie się ładunków w postaci następujących po sobie fal.



Rysunek 45. Ładunki węgla organicznego w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r.

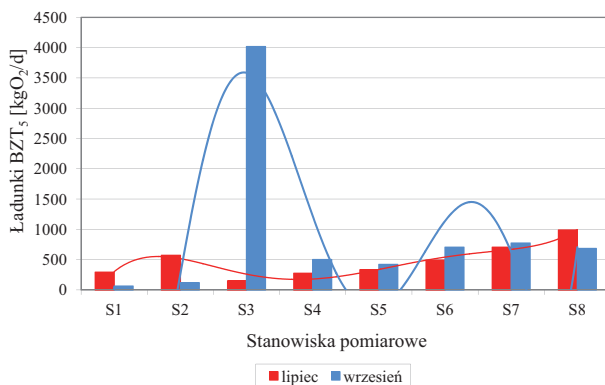
W dniu pobierania prób i wykonywania pomiarów, w warunkach wysokiego stanu wody, obliczono bardzo duży (1003 kgCorg./d) ładunek węgla organicznego w wodzie na stanowisku trzecim (Bytom, ul. Młyńska/Ruda Śląska). Najprawdopodobniej uchwycono zrzut większej ilości ścieków (zgodny z posiadanym pozwoleniem) z oczyszczalni w Orzegowie. Odnotowane w tym dniu podwyższone ładunki omawianego wskaźnika w centrum Zabrze oraz na stanowisku końcowym wskazują na przemieszczanie się z biegiem rzeki „fal” wcześniejszych zrzutów ścieków.

### 7.4. Wskaźniki tlenowe

#### 7.4.1. Ładunki Biochemicznego Zapotrzebowania Tlenu (BZT<sub>5</sub>)

Wielkość ładunków BZT<sub>5</sub> wzrastała z biegiem rzeki, zarówno w warunkach niskiego, jak i wysokiego stanu wody w rzece. Należy podkreślić bardzo

duże podobieństwo wielkości ładunków na poszczególnych stanowiskach niezależnie od natężenia przepływu wody (rys. 46). Bardzo zbliżone wartości ładunków wskazują na „ustaloną” ilość zanieczyszczeń organicznych wprowadzanych do rzeki.



Rysunek 46. Ładunki BZT<sub>5</sub> w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r.

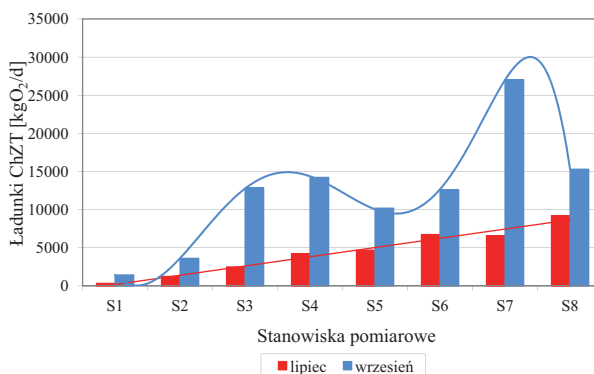
Na tym tle bardzo silnie uwidocznił się wpływ zrzutu ścieków odnotowany na stanowisku, na granicy Bytomia i Rudy Śląskiej (oczyszczalnia w Orzegowie). Wykorzystanie wysokiego stanu wody w rzece do zrzutu dodatkowych ilości ścieków (zgodne z prawem) będzie skutkowało „tłokowym” przemieszczaniem się fali zanieczyszczenia z biegiem rzeki. Incydentalne, implikowane stanem hydrologicznym zrzuty zanieczyszczeń powodują szczególnie typ „niestabilności” elementów środowiska w ekosystemie potamicznym.

#### 7.4.2. Ładunki Chemicznego Zapotrzebowania Tlenu (ChZT)

Wielkości ładunków ChZT na poszczególnych stanowiskach wzdłuż biegu rzeki, w warunkach niskiego i wysokiego stanu wody różnią się znacznie między sobą (rys. 47).

W warunkach niskiego stanu wody obliczone dla poszczególnych stanowisk ładunki ChZT wzrastały równomiernie wraz ze wzrostem natężenia przepływu wody. Świadczy to o doprowadzaniu do rzeki „ustalonych” ilości zanieczyszczeń organicznych, trudnoutlenialnych, mogących pochodzić z przemysłu.

Ładunki obliczone dla stanu wysokiego uwidoczniają przemieszczanie się „fali wezbraniowych” wzbogaconych o dodatkowe ilości zanieczyszczeń. Podobnie, jak w przypadku opisanych wyżej ładunków zanieczyszczeń, także i w przypadku ChZT wzrost ładunku odnotowano na stanowisku trzecim – zrzuty z oczyszczalni w Orzegowie.



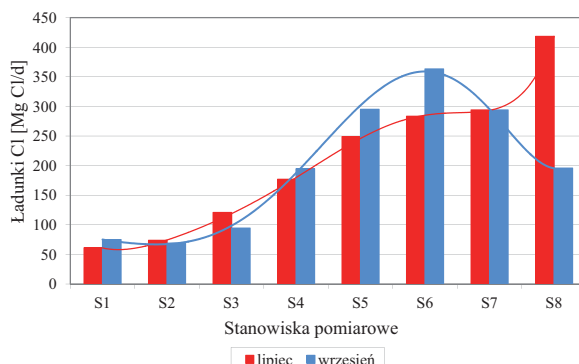
Rysunek 47. Ładunki ChZT w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r.

Obliczone dla wysokiego stanu wody ładunki ChZT – wyższe od ładunków z okresu niskiego stanu wody o około dwu-, czterokrotnie, wskazują, że problemem wymagającym wyjaśnienia i rozwiązania są, występujące w czasie wysokich stanów wody, zrzuty ścieków zawierających trudno rozkładalne substancje organiczne, co wskazuje, że ich źródłem mogą być ścieki przemysłowe.

## 7.5. Ładunki wskaźników zasolenia

### 7.5.1. Ładunki chlorków

Chlorki, jako związki chemiczne nie ulegające przemianom biologicznym w środowisku, są wartościowym wskaźnikiem umożliwiającym śledzenie fizycznych (ruchy wody) zmian w środowisku. Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że ładunki chlorków w wodzie rzeki Bytomki, niezależnie od stanu wody są bardzo zbliżone (rys. 48). Wnika z tego, że ładunki chlorków wprowadzane do rzeki są „ustalone” i zrzuty wód zasolonych są regularne i jednakowe.

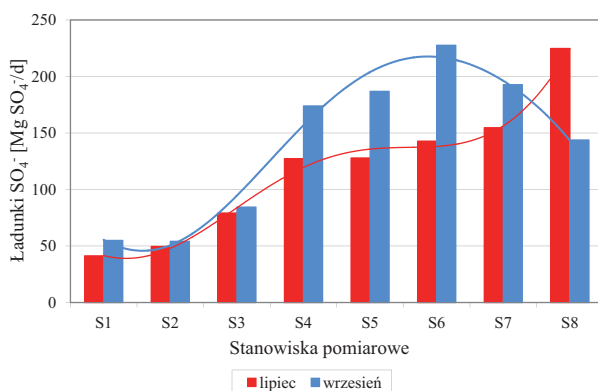


Rysunek 48. Ładunki chlorków w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r.

Zrzuty wód zasolonych do Bytomki pochodzą z terenu Rudy Śląskiej oraz Zabrze, i w mniejszym stopniu z Bytomia. Widoczne jest również przemieszczanie się „fali” wody o podwyższonym zasoleniu. Ponieważ zasolenie wody stanowi bardzo ważny problem w aspekcie poprawy stanu ekologicznego rzeki, za celowe należy uznać dokładniejsze badania w celu ustalenia zmienności stopnia zasolenia wód rzeki oraz określenia maksymalnego stopnia zasolenia.

### 7.5.2. Ładunki siarczanów

Wielkość dobowych ładunków siarczanów prowadzonych z wodą rzeki Bytomki cechuje dynamika podobna do opisanych wyżej chlorków (rys. 49). W przypadku siarczanów różnica ładunków obliczonych dla niskiego i wysokiego stanu wody była większa niż w przypadku chlorków. Jest to widoczne na odcinku rzeki przepływającej przez Zabrze. Należałoby wyjaśnić, czy różnica wynika z różnicy w składzie wód zasolonych zrzucanych do rzeki z terenu Zabrze. Również w przypadku siarczanów widoczna jest specyfika ekosystemu rzecznoego, czyli różny skład przemieszczających się mas wodnych.



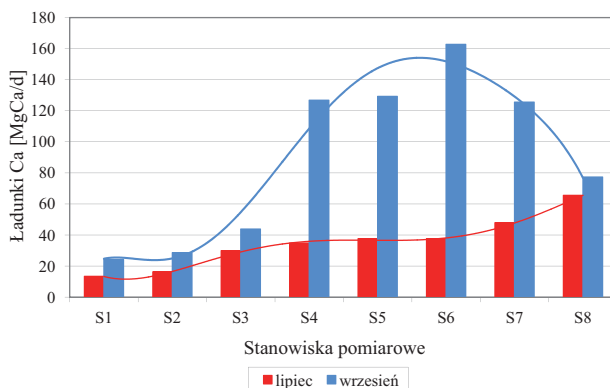
Rysunek 49. Ładunki siarczanów w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r.

Wykonane badania potwierdzają, że w ekosystemach potamicznych o małej długości i w warunkach występującej na Śląsku silnej antropopresji, skład wody i wielkość obciążających rzekę ładunków zanieczyszczeń, zmieniają się w zakresie wynikającym z uwarunkowań lokalnych. Do tych uwarunkowań należą m.in.: stopień zurbanizowania, stopień i rodzaj uprzemysłowienia, gęstość zaludnienia, wielkość powierzchni szczelnych.

Wielkości tych wskaźników oraz zakres zmian, ustalony z uwzględnieniem specyfiki każdego ekosystemu potamicznego indywidualnie, będzie podstawą dla określenia możliwości poprawy stanu istniejącego.

### 7.5.3. Ładunki wapnia

Obliczenie i porównanie wielkości ładunków wapnia, dla niskiego i wysokiego stanu wody w rzece wykazało, że relacje pomiędzy stężeniem wskaźnika, a natężeniem przepływu wody kształtują się inaczej niż w przypadku jonów chlorkowych (rys. 50). Przedstawione na wykresie (rys. 49) ładunki wskazują na przemieszczanie się fali wezbraniowej wzbogaconej o dodatkowe ilości wapnia z biegiem rzeki.



Rysunek 50. Ładunki wapnia w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r.

Stwierdzone i opisane wyżej jednakowe, niezależne od natężenia przepływu wody ładunki chlorków wykazały, że ilość wód zasolonych zrzucanych do rzeki Bytomki jest ustabilizowana. Natomiast w przypadku ładunków wapnia (Ca) w warunkach niskiego stanu wody mierzone/rejestrowane są wartości znacznie niższe w porównaniu do wysokiego stanu wody. Wskazuje to na obecność „dodatkowych” źródeł tego zanieczyszczenia ujawniających się w trakcie intensywnych opadów atmosferycznych. Bez dokładniejszych badań trudno jest ocenić, czy ładunki te pochodzą ze spłukiwania powierzchni szczelnych, ze spływów powierzchniowych czy z bliżej nie określonych, specyficznych ścieków przemysłowych, np. tzw. „słonych wód kopalnianych”.

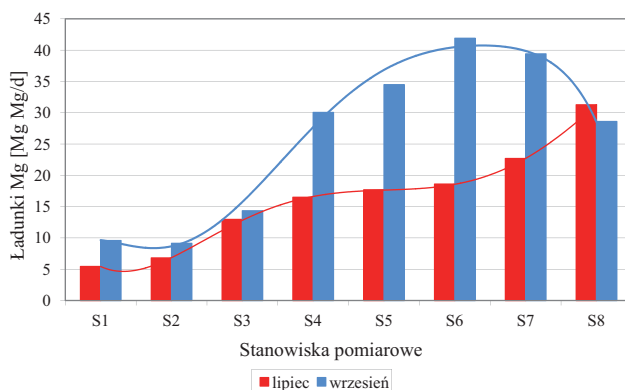
### 7.5.4. Ładunki magnezu

Obliczone dla niskiego i wysokiego stanu wody w rzece Bytomce ładunki jonów magnezowych kształtowały się bardzo podobnie do ładunków jonów wapniowych (rys. 51).

W warunkach niskiego stanu wody wielkość ładunku magnezu w wodzie rzeki wzrastała stopniowo z jej biegiem od 5 mgMg/d, osiągając najwyższą wartość 31 mgMg/d na stanowisku końcowym. Natomiast w warunkach



wysokiego stanu wody, podobnie jak w przypadku stężenia jonów magnezowych, obliczone ładunki były około dwukrotnie wyższe niż w warunkach stanu niskiego wody – odpowiednio 10 mgMg/d na stanowisku pierwszym do 42 mgMg/d w centrum Zabrza. Zatem i w tym przypadku, w czasie intensywnych opadów atmosferycznych, „ujawniają się” dodatkowe źródła tego rodzaju zanieczyszczenia.

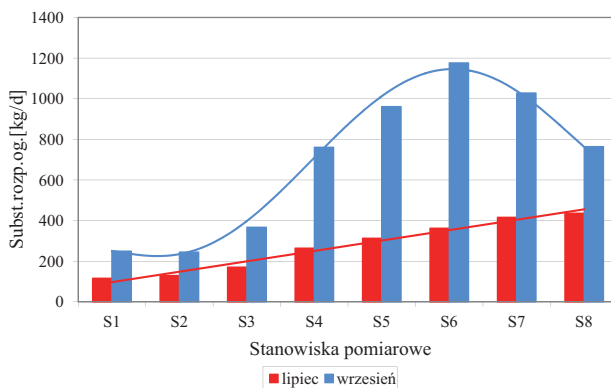


Rysunek 51. Ładunki magnezu w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r.

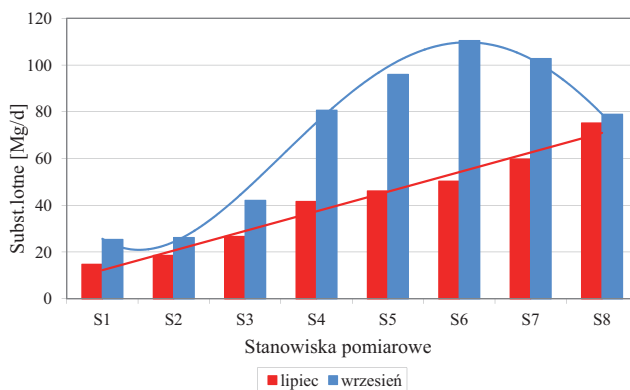
Ukształtowanie ładunków magnezu w wodzie rzeki Bytomki wskazujące na przemieszczanie się „fali” sugeruje, że przyczyną zwiększenia ładunków może być jedno, ale za to znaczące źródło jonów magnezowych, wapniowych i siarczanowych. Jak wspomniano wyżej, mogą one pochodzić ze zrzutów tzw. „słonych wód kopalnianych”.

### 7.5.5. Ładunki ogólne substancji rozpuszczonych w wodzie

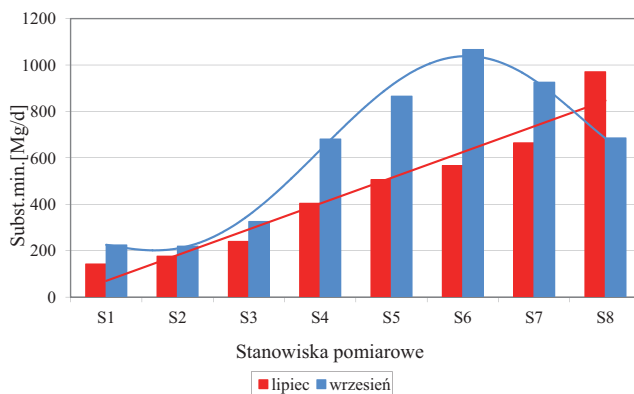
Ładunki substancji rozpuszczonych w wodzie rzeki Bytomki przedstawiono na rysunku 52. Znaczny stopień zasolenia rzeki Bytomki, wyrażający się dużymi ładunkami niesionych z wodą zanieczyszczeń stanowi istotny element specyfiki cieku poddanego antropopresji przemysłowej, a konkretnie oddziaływaniu zasolonych wód kopalnianych. Ładunki ogólne substancji rozpuszczonych, ładunki substancji mineralnych oraz substancji lotnych w wodzie rzeki Bytomki, w warunkach niskiego stanu wody w rzece (lipiec br.) wzrastało z biegiem rzeki (rys. 52–54). Obliczone dla wysokiego stanu wody w rzece ładunki całkowite wynosiły od 249 Mg/d na stanowisku pierwszym do 1176 Mg/d w centrum Zabrza. W dniu pomiaru na dwóch końcowych stanowiskach obliczone ładunki były mniejsze – odpowiednio 1028 kg/d i 764 kg/d. Obrazuje to przemieszczanie się fali wezbraniowej w dół biegu rzeki.



Rysunek 52. Ładunki ogólne substancji rozpuszczonych w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r.



Rysunek 53. Ładunki substancji rozpuszczonych mineralnych – profilu podłużny rzeki Bytomki – 2017 r.



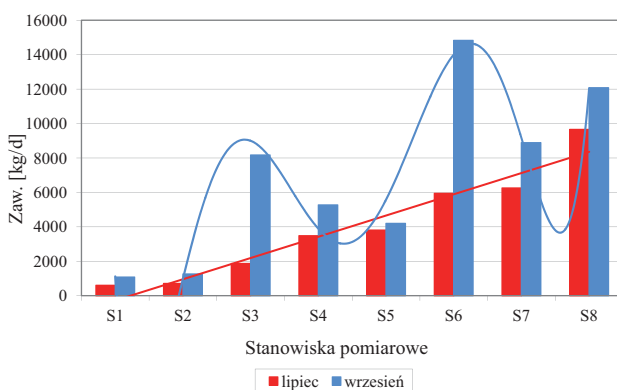
Rysunek 54. Ładunki substancji rozpuszczonych lotnych – profil podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r.

Podczas wysokiego stanu wody ładunki rozpuszczonych w wodzie rzeki substancji były średnio trzykrotnie większe aniżeli w warunkach niskiego stanu wody. Wskazuje to, podobnie jak w przypadku przedstawionych wyżej wskaźników: jonów siarczanowych, wapniowych i magnezowych, o wprowadzeniu do rzeki podczas intensywnych opadów deszczu wód (ścieków) o znacznym zasoleniu, przy czym nie dotyczyło to jonów chlorkowych.

Należy podkreślić, że występowanie wysokich ładunków określonych wskaźników zanieczyszczeń, w tym przypadku rozpuszczonych w wodzie soli może mieć charakter krótkotrwałego zjawiska o charakterze przemieszczającej się z biegiem rzeki fali wezbraniowej. Ładunki substancji lotnych (straty prażenia) stanowiły około 15–20% ogólnej ilości substancji rozpuszczonych.

### 7.5.6. Ładunki zawiesiny w wodzie

W warunkach niskiego stanu wody obliczone ładunki zawiesiny wykazały klasyczną tendencję wzrostową z biegiem rzeki (rys. 55). Najmniejszy ładunek (600 kg/d) obliczono dla stanowiska pierwszego (Bytom, ul. Towarowa). Największy ładunek zawiesin wprowadzony przez rzekę Bytomkę do rzeki Kłodnicy wyniósł 12 ton/d.



Rysunek 55. Ładunki zawiesiny w profilu podłużnym rzeki Bytomki – 2017 r.

Wyniki pomiarów w warunkach wysokiego stanu wody w rzece (wrzesień 2017 r.) wykazały na trzech stanowiskach (trzecim – Bytom, ul. Młyńska (6 Mg/d), szóstym – Zabrze, ul. Trocera (15 Mg/d) oraz ósmym – Gliwice, ul. Królewskiej Tamy (12 Mg/d)) ładunki zawiesin wyższe w porównaniu do pozostałych. Obrazuje to skutek wprowadzenia do rzeki zawiesin, a następnie przemieszczania się mas wodnych z biegiem rzeki.

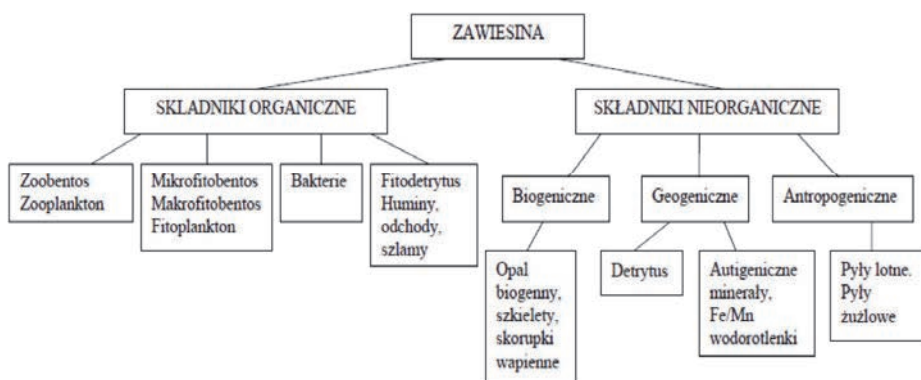
Wykazane na wykresie (rys. 55) ładunki odzwierciedlają stan chwilowy, ale jednocześnie dostarczają wiedzy na temat tego, czego można się spodziewać w warunkach określonego stanu wody. Za celowe należy uznać monitorowanie przez dłuższy czas jakości wody w aspekcie zjawisk podlegającym zmianom sezonowym oraz warunkowanym stanem hydrologicznym rzeki.

## 8. Zawiesina i osady denne

W latach rozwoju przemysłu, a szczególnie przemysłu wydobywczego i ciężkiego rzeka Bytomka uległa drastycznym przekształceniom. Na znacznej długości koryto rzeki zostało uregulowane, a łąki i tereny zalewowe zredukowano do niewielkich obszarów co doprowadziło do znacznego pogorszenia walorów środowiskowych. Skutkiem tego wzrosła zawartość biogenów w wodzie rzecznej oraz spadła różnorodność gatunkowa fauny i flory. Rzeka Bytomka straciła walory przyrodnicze, rekreacyjne oraz krajobrazowe. Jako główny odbiornik ścieków komunalnych i wód kopalnianych upodobniła się do otwartego kanału ściekowego. Problem ten dotyczy wielu małych rzek aglomeracji śląskiej. Przywrócenie naturalnych walorów przyrodniczych dla tak zdegradowanej rzeki wymaga wielokierunkowych działań, a najważniejsze z nich to poprawa jakości wody, uporządkowanie terenów przyległych do rzeki i przywrócenie naturalnego reżimu hydrologicznego.

Jednym z głównych zanieczyszczeń wód płynących jest zawiesina, która ma istotne znaczenie dla wizualnej oceny rzeki. Stężenie zawiesiny ogólnej jest też jednym z podstawowych parametrów przy formalnej ocenie jakości wód powierzchniowych.

Zawiesiny można podzielić na organiczne i nieorganiczne lub też, w zależności od pochodzenia, na naturalne i antropogeniczne. Na rysunku poniżej (rys. 56) przedstawiono schemat podziału zawiesin w wodach naturalnych [1, 2].



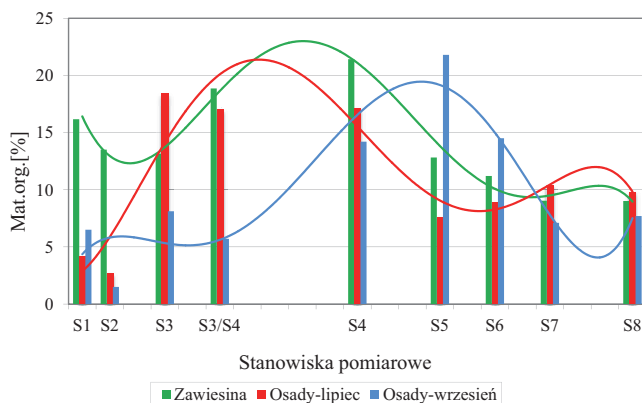
Rysunek 56. Schemat podziału zawiesin w wodach naturalnych [1]

Rekultywacja rzeki przepływającej przez tereny silnie zurbanizowane powinna z jednej strony polegać na przywróceniu jej stanu do co najmniej dobrego, a z drugiej strony do stanu akceptowalnego w aspekcie rekreacyjnym i krajo-brazowym. Z tego powodu wizualna ocena bezpośredniego otoczenia koryta rzecznego oraz jakości wody ma istotne znaczenie. Wstępna ocena jakości wody to przede wszystkim jej przezroczystość, a więc ilość i jakość zawiesin. Oprócz rozporządzeń normujących stężenia zawiesiny ogólnej bardzo wielu autorów zwraca uwagę na negatywną rolę jaką odgrywa ona w środowisku wodnym. Przede wszystkim zwraca się uwagę na niekorzystny wpływ zawiesiny sedymentującej, która powoduje ustawiczne zmniejszanie pojemności misy zbiorników wodnych oraz w przypadku rzek zmianę morfometrii koryta rzecznego. Ze ścieków przemysłowych przedostają się do wód płynących także fenole oraz metale ciężkie. Substancje te osiadając wraz z zawiesinami na dnie zbiornika współuczestniczą w tworzeniu osadów dennych, a jednocześnie wpływają poprzez oddziaływanie toksyczne lub inhibitujące na niektóre procesy biologiczne, na ich specyfikę, określając warunki bytowania zespołów bakterii i organizmów bentosowych zasiedlających osady [1–4].

Próbki do badań osadów rzecznych i zawiesin unoszonych, pobrano na całej długości rzeki Bytomki. Badania technologiczne opadalności i granulometrii wykonano z powierzchniowej 2-centymetrowej warstwy osadu. Uznano, że ta warstwa jest najbardziej mobilna i odzwierciedla aktualne cechy osadu. Natomiast stężenie materii organicznej zbadano w grubszej warstwie osadu sięgającej do dna rodzimego.

## 8.1. Materia organiczna w osadach dennych

Zawartość materii organicznej w wodzie oraz osadzonych na dnie osadach ma istotny wpływ na warunki tlenowe w rzece. Zalegająca na dnie zawiesina organiczna jest jednym z kluczowych problemów w aspekcie rekultywacji rzeki. Duże ilości materii organicznej w osadach dennych rzeki indukuje procesy gnilne z uwagi na ograniczoną dystrybucję tlenu w głębszych warstwach osadu. W odbiorze społecznym najbardziej istotnym jest emisja złowonnych zapachów, nieestetyczny widok zalegających na dnie osadów oraz mała bioróżnorodność organizmów wodnych. Osady i zawiesiny organiczne w przeciwieństwie do mineralnych mają mniejszy ciężar właściwy i charakteryzują się mniejszą opadalnością. Te cechy powodują, że zawiesiny organiczne będą kumulować się w powierzchniowej warstwie osadów dennych na odcinkach rzeki o wolnym przepływie. Osady organiczne łatwiej też będą przemieszczane w dół rzeki w okresach wezbrań. Na rysunku 57 przedstawiono udział procentowy materii organicznej w powierzchniowej warstwie osadów dennych oraz w głębszych (podpowierzchniowych) złożach osadów dennych rzeki Bytomki.



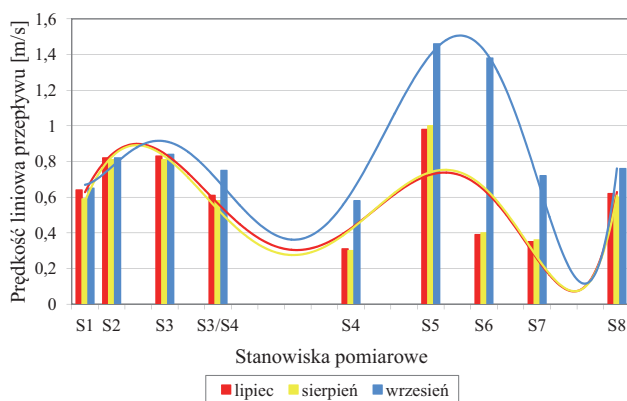
Rysunek 57. Zawartość materii organicznej w zawieszinie i osadach dennych rzeki Bytomki – 2017 r.

Badania wykazały, że największy udział węgla organicznego w osadach był w górnym odcinku rzeki – od źródeł do granicy miasta Zabrze, i to zarówno w warstwie powierzchniowej, jak i warstwach głębszych. Szczególnie dużo materii organicznej było na granicy miast Rudy Śląskiej i Zabrze. Przyczyną wysokiego udziału materii organicznej w osadach dennych na tym odcinku rzeki, mogą być ścieki komunalne, w tym odpływy z oczyszczalni ścieków komunalnych. Przypuszczenie to uwiarygodnia analiza jakości wody, która wykazała, że na omawianym odcinku wysokie były stężenia zawiesziny oraz stężenia BZT<sub>5</sub> i ChZT. Od granic miasta Zabrze, udział materii organicznej w osadach malał, przy czym zauważono większe stężenia w głębszych warstwach osadów. Może to świadczyć o korzystniejszych warunkach tlenowych przy dnie i postępujących procesach samooczyszczania.

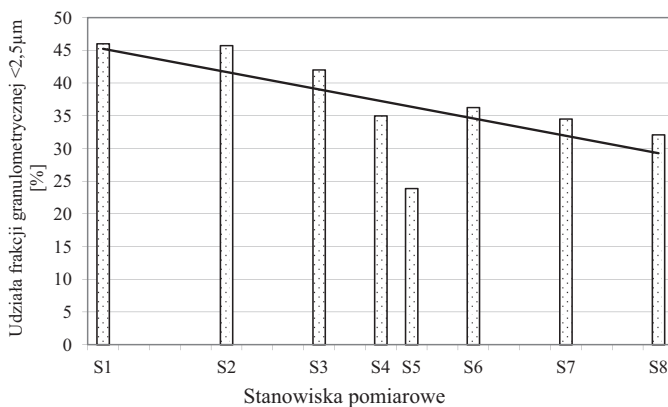
## 8.2. Granulometria osadów

W badanej rzece następuje segregacja cząstek stałych, które w zależności od prędkości przepływu są osadzane na dnie, tworząc osady lub też są unoszone z wodą. Ilość chwilowo unoszonej w wodzie zawiesziny jest więc bezpośrednio związana z prędkością przepływu oraz pośrednio z dopływem zawieszin ze zlewni. Z kolei, prędkość przepływu jest związana z ilością dopływającej ze zlewni wody oraz geometrią koryta rzeki. Morfologia koryta rzecznoego uformowana w sposób naturalny jest wypadkową takich parametrów jak: spadek terenu, zmienność i wielkość przepływu wody oraz ilość i charakterystyka zawieszin. Zawiesiny i osady rzeczne najczęściej charakteryzuje się składem chemicznym i własnościami fizycznymi. Obie te charakterystyki są istotne z punktu widzenia rekultywacji rzeki. Im mniejsza średnica transportowanych ziaren, tym mniejsza jest prędkość wody, przy której następuje ich osadzanie. W miarę spadku

energii przepływu (np. na skutek zmniejszenia nachylenia koryta) osadzają się najcięższe elementy osadu. Stąd też najgrubsze frakcje (żwiry i głazy) pojawiać się mogą najczęściej tylko w górskich odcinkach rzek i strumieni, gdzie silne wezbrania oraz duże spadki hydrauliczne dostarczają energii do transportu grubszego materiału. Granulometrię osadów dennych wykonano w najbardziej mobilnej, powierzchniowej warstwie osadów, z podziałem na sześć następujących klas wielkości: poniżej  $2,5\ \mu\text{m}$ ,  $2,5\text{--}5\ \mu\text{m}$ ,  $5\text{--}10\ \mu\text{m}$ ,  $10\text{--}50\ \mu\text{m}$ ,  $50\text{--}100\ \mu\text{m}$ , powyżej  $100\ \mu\text{m}$ . Prędkość liniowa przepływu wody określa warunki procesu sedymentacji niesionych przez wodę zawiesin. Na rysunku 58 przedstawiono prędkość przepływu wody, a na rys. 59–63 skład granulometryczny oraz rozkład przestrzenny osadów dennych.

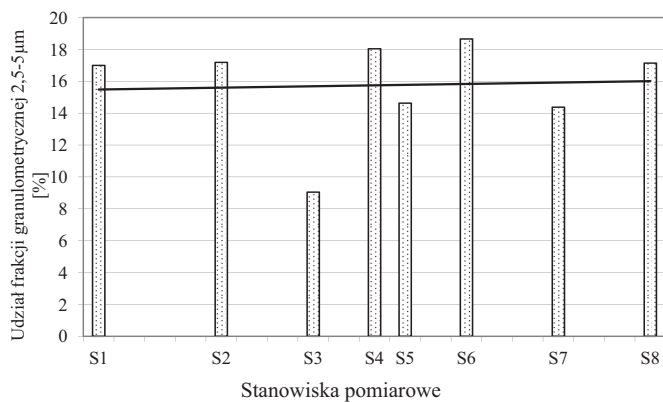


Rysunek 58. Prędkość liniowa przepływu wody w rzece Bytomce – 2017 r.

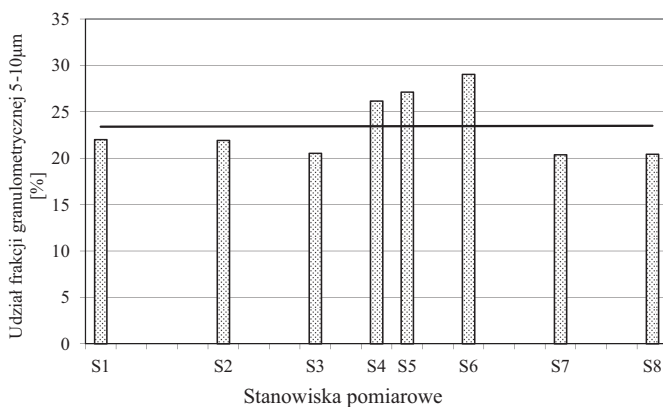


Rysunek 59. Udział frakcji  $<2,5\ \mu\text{m}$  w powierzchniowej warstwie osadów dennych – 2017 r.

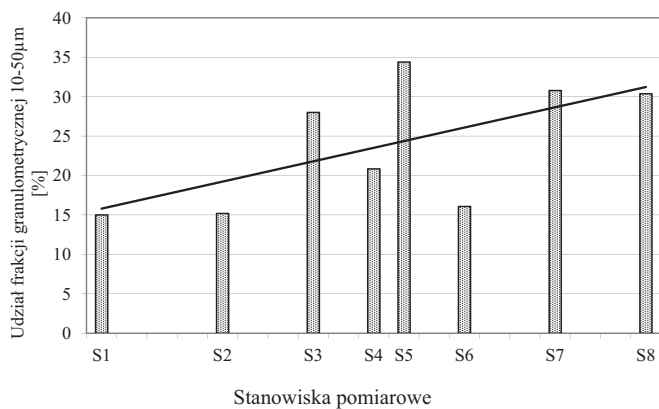




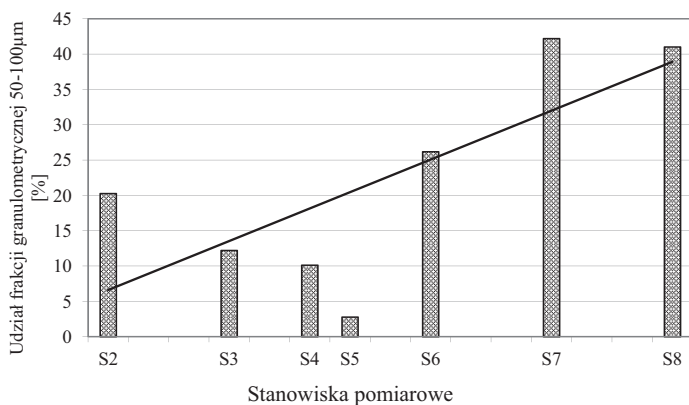
Rysunek 60. Udział frakcji 2,5–5 µm w powierzchniowej warstwie osadów dennych – 2017 r.



Rysunek 61. Udział frakcji 5–10 µm w powierzchniowej warstwie osadów dennych – 2017 r.



Rysunek 62. Udział frakcji 10–50 µm w powierzchniowej warstwie osadów dennych – 2017 r.

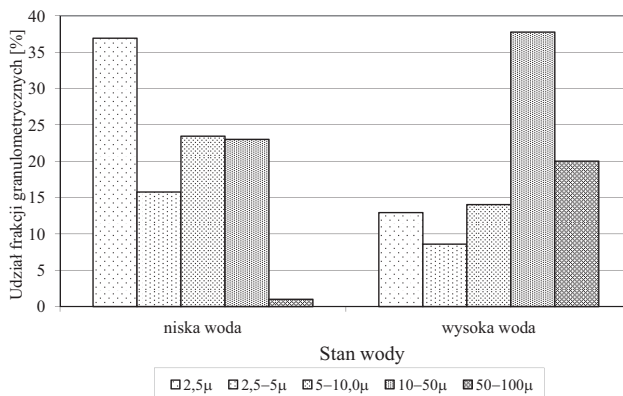


Rysunek 63. Udział frakcji 50–100 µm w powierzchniowej warstwie osadów dennych – 2017 r.

W ekosystemach potamicznych osady dennie nie są utworami tak stabilnymi jak w ekosystemach limnicznych. W wodach płynących osady tworzą się z zawiesin, których unoszenie pozostaje w zależności od szybkości liniowej przepływu wody. W okresie wezbrań następuje unoszenie i przemieszczanie osadów dennych w dół rzeki. Najdrobniejsze frakcje osadzonej na dnie rzeki zawiesiny w postaci powierzchniowej warstwy osadów są najbardziej mobilne. Jak widać na przedstawionych wcześniej wykresach (rys. 59–63) najczęściej najdrobniejszych cząstek (<2,5 µm) zaobserwowano w początkowym odcinku rzeki (początek Bytomki stanowi ujście kanału ściekowego). Ilość cząstek o wymiarze poniżej 2,5 µm maleje wzdłuż biegu rzeki do punktu 3 zlokalizowanego na granicy Bytomia i Rudy Śląskiej przy ulicy Młyńskiej. Od tego miejsca stężenie frakcji 2,5 µm wzrasta, aby ustabilizować się na poziomie około 35%. Frakcja najdrobniejsza wraz z frakcją 10–50 µm stanowi największy udział w powierzchniowej warstwie osadów. Na uwagę zasługuje skokowy wzrost udziału zawiesiny o granulacji 10–50 µm na granicy Bytomia i Rudy Śląskiej. Taki skokowy wzrost (rys. 55 i rys. 62) może świadczyć o punktowym zrzucie zanieczyszczonych ścieków lub nieprawidłowo działających osadnikach w instalacjach oczyszczających ścieki opadowe.

W okresie badawczym uchwycono dwa charakterystyczne stany wody: stan niski i wysoki. Na rysunku poniżej (rys. 64) pokazano średni udział poszczególnych frakcji granulometrycznych w okresie wezbrania i niskiego stanu wody.

Przy niskim stanie wody, w osadach dennych dominowały cząsteczki o wymiarze poniżej 2,5 µm (37%), natomiast przy wysokim stanie wody dominujący udział miały drobinny o wymiarze 10 µm do 50 µm (38%). Należy podkreślić, że w przypadku pomiarów granulometrycznych wielkość cząstek nie ma powiązania z ich ciężarem. Wspomniany, dominujący przy wysokim stanie wody udział cząstek o wymiarach 10 nm do 50 mm dotyczy zawiesin organicznych, a konkretnie zawiesin bakteryjnych, kłaczków osadu czynnego wprowadzanego do rzeki przez oczyszczalnię ścieków.



Rysunek 64. Udział frakcji granulometrycznych zawiesin w rzece Bytomce przy niskim i wysokim stanie wody – wartości średnie.

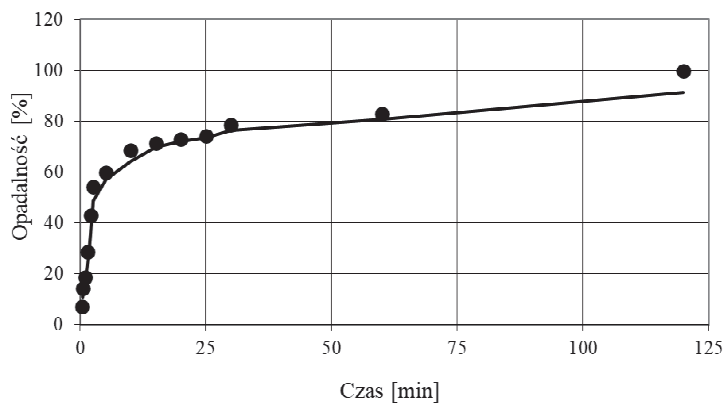
### 8.3. Badania opadalności osadów dennych

Osady dennie są magazynem zanieczyszczeń mających powinowactwo do zawiesiny i w związku z tym ich relokacja jest ściśle związana z rozprzestrzenianiem się zanieczyszczeń w rzece.

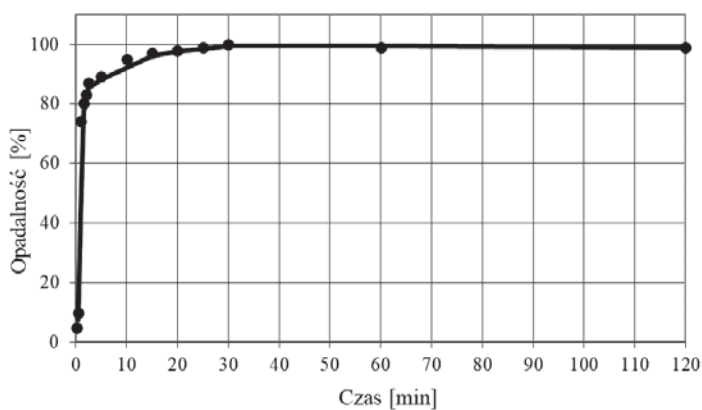
Opadalność zawiesiny, podobnie jak jej granulacja, jest istotnym parametrem w ocenie mechanizmów tworzenia się osadów dennych w wodach płynących i stojących. W rzekach zdolność do sedymentacji zawiesiny, przy określonej prędkości przepływu, decyduje o miejscu powstawania osadów. Dotyczy to zarówno przekroju poprzecznego rzeki, jak i odcinków rzeki. Opadalność zawiesin decyduje również o alokacji osadów dennych w trakcie zmiennych stanów wody w rzece. Powierzchniowa warstwa osadów dennych jest najbardziej mobilną częścią materiału transportowanego przez rzekę. W okresach wezbrań, gdy nurt rzeki ma większą prędkość, powierzchniowa warstwa osadów może być przenoszona w dół rzeki.

W trakcie prac terenowych związanych z pobieraniem osadów, stwierdzono niewielkie ilości osadu na dnie rzeki. W miejscach o dużym spadku koryta, osady gromadziły się tylko przy brzegach i w miejscach osłoniętych przeszkodami np. duże kamienie lub wyrzucone do rzeki wielkogabarytowe odpady.

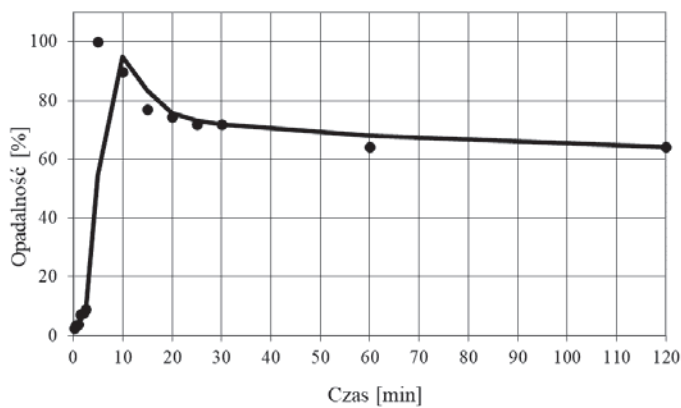
Badania opadalności wykonano w celu określenia ewentualnej możliwości oczyszczenia koryta rzecznoego poprzez zastosowanie takich rozwiązań jak zbiornik przepływowy lub wetland. Na wykresach (rysunki 65–72) przedstawiono wyniki badań opadalności wierzchniej warstwy osadów dennych pobranych z rzeki Bytomki. Punkty poboru były zlokalizowane na całej długości rzeki. Próbkę do badań pobrano przy dwóch stanach wody: przy stanie niskim w lipcu i przy stanie wysokim we wrześniu.



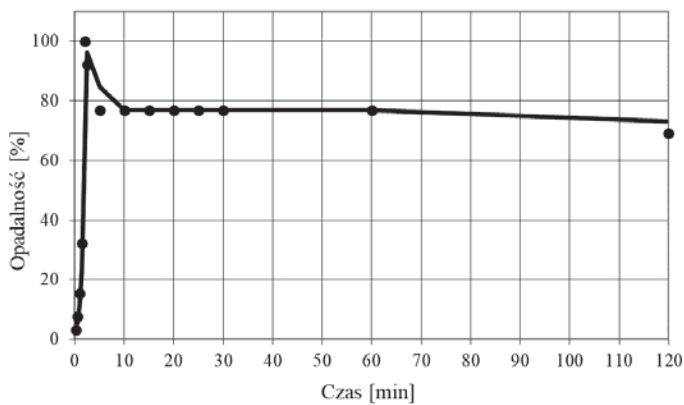
Rysunek 65. Opadalność zawiesin – rzeka Bytomka pkt 1.



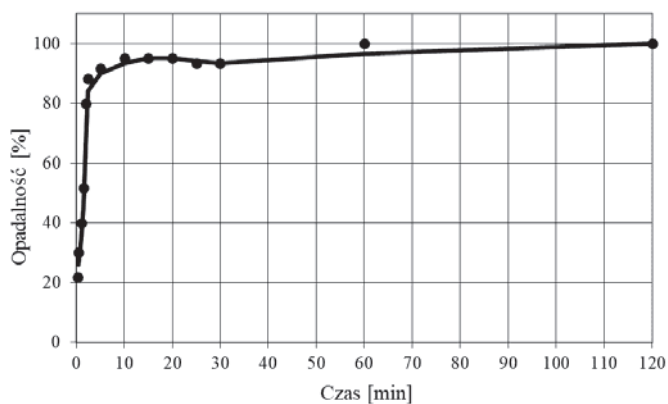
Rysunek 66. Opadalność zawiesin – rzeka Bytomka pkt 2.



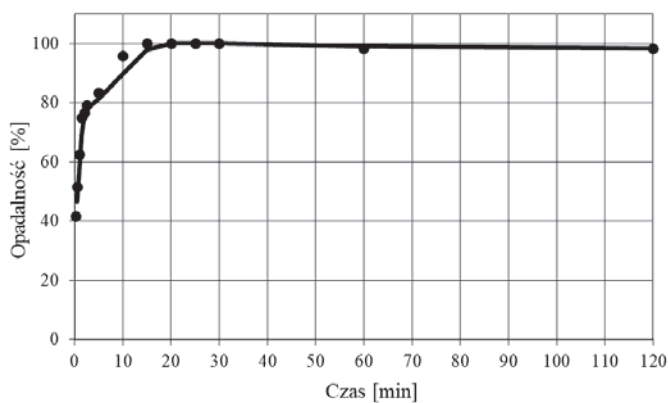
Rysunek 67. Opadalność zawiesin – rzeka Bytomka pkt 3.



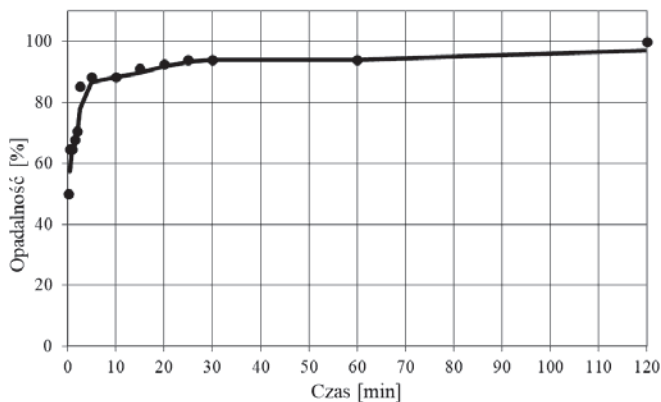
Rysunek 68. Opadalność zawiesin – rzeka Bytomka pkt 4.



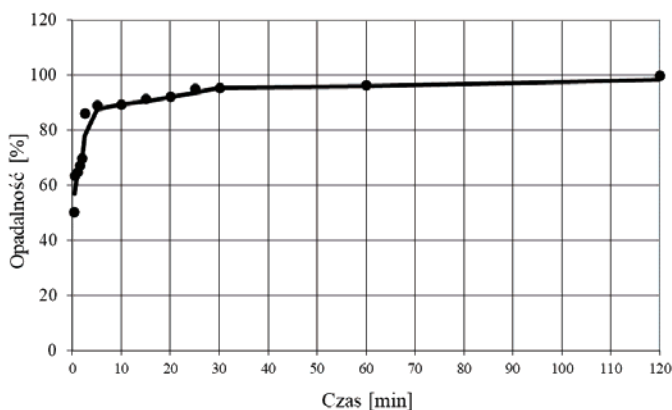
Rysunek 69. Opadalność zawiesin – rzeka Bytomka pkt 5.



Rysunek 70. Opadalność zawiesin – rzeka Bytomka pkt 6.



Rysunek 71. Opadalność zawieszin – rzeka Bytomka pkt 7.



Rysunek 72. Opadalność zawieszin – rzeka Bytomka pkt 8.

Z przedstawionych powyżej wykresów wynika, że zdeponowane na dnie rzeki osady składają się z łatwo opadalnej zawiesziny pochodzenia zarówno organicznego, jak i mineralnego. Kształt krzywych opadalności wskazuje, że w górnym biegu rzeki do stanowiska pomiarowego zlokalizowanego na granicy miast Bytomia i Rudy Śląskiej (ul. Młyńska) występują zawiesiny pochodzenia organicznego i mineralnego. W dolnym biegu rzeki od granic Bytomia do ujścia do Kłodnicy dominują łatwo opadalne frakcje osadów mineralnych. Na całej długości rzeki, poza jednym wyjątkiem, czas potrzebny od osadzenia 90% osadów nie przekraczał 15 minut. Wyjątkiem był punkt przy ul. Towarowej w Bytomiu, czyli ujście kanału ściekowego stanowiącego początek rzeki. W miejscu tym osady denne powstały z zawiesziny wymagającej dłuższego czasu sedimentacji (około 2 godzin). Ilość zdeponowanego na dnie rzeki osadu zależy, obok cech fizycznych zawiesziny z której powstał, od prędkości przepływu wody. Analiza prędkości przepływu wody (rys. 58) wykazała, że w górnym biegu rzeki (punkty

od 1 do 3), prędkość jest w miarę stała, niezależnie od wielkości przepływu. Sytuacja taka jest możliwa przy odpowiednim kształcie przekroju koryta rzecznego. W takim przypadku ograniczone są możliwości „przepłukania” i oczyszczenia dna rzeki z osadów w czasie okresowych wezbrań. Potwierdzają to krzywe opadalności na tym odcinku rzeki, które wskazują na osadzanie się na dnie nie tylko zawiesiny mineralnej, ale również lżejszej zawiesiny organicznej. Takie odcinki rzeki narażone są na zamulanie koryta i tworzenie się, poza nurtem rzeki, „wędrujących” złogów osadu. Istnieje wiele sposobów na oczyszczenie dna rzeki z zalegających osadów. Mogą to być zbiorniki przepływowe, wetlandy i inne działania inżynierskie, ale najskuteczniejszym działaniem jest działanie administracyjne polegające na ograniczeniu dopływu zawiesin antropogenicznych. W przypadku rzeki uregulowanej, jaką jest Bytomka, jednym ze sposobów ustabilizowania osadów dennych może być zmiana sposobu umocnienia brzegu.

Na odcinku Bytomki od punktu 4 (Ruda Śląska/Zabrze, ul. Mikosza) prędkość przepływu wody znacząco wzrasta w okresie opadów (wrzesień). Sprzyja to „przepłukaniu” koryta rzecznego i alokacji zdeponowanych na dnie zawiesin, szczególnie tych najlżejszych – organicznych. Analiza krzywych opadalności na tym odcinku rzeki wskazuje na obecność tylko łatwo opadającej zawiesiny mineralnej. Zawiesina i osady mineralne są znacznie mniejszym zagrożeniem dla ekosystemu wodnego niż zawiesiny pochodzenia organicznego. Zawiesina organiczna ulegając biologicznemu rozkładowi w warunkach beztlenowych, które mogą występować w osadach dennych, powoduje uciążliwości zapachowe oraz negatywny odbiór wizualny z powodu czarnych cuchnących namulów. Należy zwrócić uwagę na to, że Bytomka jest odbiornikiem ścieków z oczyszczalni ścieków komunalnych w Bytomiu, Rudzie Śląskiej i Zabrze. Wszelkie awarie osadników wtórnych w tych oczyszczalniach będą powodować dopływ do rzeki dużych ilości zawiesiny organicznej. Również przeciążenie hydrauliczne oczyszczalni w okresach intensywnych opadów może być przyczyną zrzutu do rzeki znaczących ilości zawiesiny organicznej. Zawiesina ta będzie natychmiast w spektakularny sposób pogarszać warunki tlenowe oraz ogólny wygląd rzeki.

W przypadku Bytomki, która była w przeszłości również odbiornikiem ścieków przemysłowych z kopalń, istniał problem zawiesiny mineralnej węglowej. Obecnie, gdy część kopalń w zlewni Bytomki zaprzestała wydobywania, problem zawiesiny węglowej stracił na znaczeniu. Pozostałością po działalności górniczej są natomiast odprowadzane do Bytomki wody zasolone. Samooczyszczanie i alokacja zawiesiny węglowej w czasie okresowych wezbrań, w sytuacji braku jej dopływu, spowodowały, że na przeważającej długości rzeki nie zaobserwowano złogów mułu węglowego. Wizja lokalna ujawniła natomiast problem zanieczyszczenia rzeki odpadami stałymi wyrzucanymi do rzeki. Odpady te, szczególnie śmieci plastikowe są problemem, z którym rzeka nie poradzi sobie w ramach procesów samooczyszczania. Odpady stałe (śmieci) wyrzucane do rzeki zniweczą wizerunkowo każde działanie zmierzające do poprawy jakości wody i rewitalizacji rzeki. Należy zatem, w pierwszej kolejności, oczyścić ko-

ryto rzeki z odpadów stałych i uporządkować teren w pobliżu rzeki. W ramach tych działań należy zlikwidować „dzikie” wysypiska śmieci na brzegach, gdyż z czasem zostaną one zmyte do rzeki. Porządkowanie terenu nie wymaga żadnych inwestycji, potrzebne są tylko działania organizacyjne i prawne. Z uwagi na dużą mobilność zanieczyszczeń pochodzenia „śmieciowego” wymagana jest koordynacja w ramach miast, przez które przepływa Bytomka.

## 8.4. Podsumowanie

Wprowadzane do rzeki i osadzające się na dnie zawiesiny stanowią zagrożenie dla stanu ekologicznego oraz utrudnienie dla jej gospodarczego wykorzystania. Sporządzenie bilansu oraz ilościowe określenie problemu mogą dać odpowiedź na pytanie, czy działania inżynierskie w postaci np. usuwania osadów z dna rzeki są konieczne, a jeżeli tak, to jakie mają być, aby były proporcjonalne do skali problemu. W pierwszej kolejności należy poznać przyczyny występowania zawiesin i zdolność do sedimentacji. Należy również zbadać skład osadów dennych w aspekcie występowania substancji szkodliwych dla życia biologicznego. Obecność trucizn lub inhibitorów życia biologicznego w wodzie i osadach dennych może skutecznie uniemożliwić rekultywację rzeki nawet wtedy, gdy działania inżynierskie doprowadzą do przywrócenia naturalnego biegu oraz poprawy warunków tlenowych. Przywrócenie życia biologicznego i różnorodności biologicznej jest końcowym celem, ale też i sposobem rewitalizacji zdegradowanej rzeki.

Przeprowadzone badania nad właściwościami fizycznymi (opadalnością) osadów, pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. Problem osadów kumulujących się na dnie rzeki Bytomki zmniejszył się z chwilą ograniczenia działalności górniczej na terenie zlewni.
2. Szybkość opadania zawiesin tworzących osady denne w Bytomce jest duża – są to zawiesiny łatwo opadalne. Po około 15 minutach osadza się w wodzie stojącej około 90% całkowitej objętości osadu.
3. W środkowym biegu rzeki Bytomki ograniczona jest zdolność do samoczyszczania dna (przepłukiwania) w okresie wezbrań. Istnieją zatem, potencjalne warunki do kumulacji zawiesin na dnie rzeki.
4. W dolnym biegu rzeki Bytomki długotrwała kumulacja zawiesin na dnie jest ograniczona z uwagi na jej unoszenie w okresie wezbrań.
5. Opadalność i granulacja osadów dennych wskazują, że w przypadku osadów organicznych mogą to być zrzuty nie oczyszczonych ścieków lub odpływy z oczyszczalni komunalnych. Źródłem tworzących osady zawiesin mineralnych będą kolektory nie oczyszczonych wód opadowych, spływających powierzchnie szczelne miast.
6. Cechy fizyczne osadów dennych rzeki Bytomki wskazują, że w celu ograniczenia dopływu do rzeki zawiesin tworzącej te osady, należy



zainstalować na kolektorach wód opadowych separatory zawiesiny. Należy również wyeliminować możliwość odprowadzenia do rzeki nieczyszczonych ścieków i awaryjnych zrzutów z oczyszczalni.

## 8.5. Literatura do rozdziału

1. Kostecki M.: Zawiesina jako element zanieczyszczeń antropogennego ekosystemu wodnego na przykładzie zbiornika zaporowego Dzierżno Duże: *Archiwum Ochrony Środowiska*. vol. 26, nr 4, 75–94, 2000.
2. Nocoń W.: *Zawiesina w wodach płynących aglomeracji górnośląskiej – problemy i wyzwania*. LAB Laboratoria, Aparatura, Badania, **17**, 39–43 (2012).
3. Nocoń W.: Rola zawiesin w transporcie metali ciężkich w płynących wodach powierzchniowych. Rozprawa doktorska, Politechnika Śląska, Gliwice (2011).
4. <http://www.therrc.co.uk/manual-river-restoration-techniques> (2017)

## 9. Zanieczyszczenia trwałe

W miarę rozwoju cywilizacji zanieczyszczenie środowiska takimi związkami, jak metale ciężkie, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), czy polichlorowane bifenyle (PCB) ulega intensyfikacji. Związki te są szczególnie niebezpieczne ze względu na swoją trwałość w środowisku. Główną cechą omawianej grupy jest oporność na rozkład, zarówno w warunkach fizycznych, chemicznych, jak i biologicznych. Jednocześnie zanieczyszczenia te mogą kumulować się w organizmach i oddziaływać na nie toksycznie. Do ekosystemów wodnych przedostają się głównie wraz ze ściekami przemysłowymi lub komunalnymi, wodami opadowymi i roztopowymi spływającymi z pobliskich terenów oraz w formie depozycji z powietrza.

Jakość wód powierzchniowych rzeki Bytomki pod kątem zanieczyszczenia wybranymi pierwiastkami śladowymi oraz trwałymi zanieczyszczeniami organicznymi (TZO) określona została na podstawie Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz.U. 2016 poz. 1187) [1].

Ocena jakości osadów dennych rzek i jezior do roku 2012 prowadzona była na podstawie Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. w sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony (Dz.U. 2002 nr 55 poz. 498) [2]. W rozporządzeniu tym były wyszczególnione trzy grupy zanieczyszczeń, tj.: pierwiastki śladowe, WWA i PCB oraz podane ich dopuszczalne zawartości. W 2013 roku powyższe Rozporządzenie zostało uchylone z braku podstawy prawnej. Obecnie klasyfikacja osadów dennych prowadzona jest na podstawie kryteriów geochemicznych oraz ekotoksykologicznych [3]. Wytyczne te zostały wykorzystane do sklasyfikowania osadów dennych pobranych z rzeki Bytomki.

### 9.1. Metale ciężkie

#### 9.1.1. Metale w wodzie rzeki Bytomki

W ramach badań przeprowadzonych w lipcu i wrześniu 2017, w wodach rzeki Bytomki oznaczone zostało stężenie chromu, cynku, kadmu, niklu, ołowiu

i żelaza. W tabelach 21 i 22 przedstawiono klasyfikację zanieczyszczenia wód rzeki Bytomki wybranymi metalami w oparciu o obowiązujące Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz.U. poz. 1187) [1]. Żelazo nie jest normowane w tym Rozporządzeniu. Przeprowadzona ocena wskazuje, że stężenia chromu, cynku, ołowiu i niklu spełniają wymagania dla I i II klasy czystości wód.

Stężenia chromu w wodach rzeki Bytomki w lipcu i we wrześniu nie podlegało fluktuacji i wynosiło  $<0,01$  mg/l. Zawartość tego pierwiastka w próbkach wody pobranych na całej długości biegu rzeki Bytomki była niższa niż granica oznaczalności zastosowanej metodyki analitycznej. Niemniej jednak możliwe jest sklasyfikowanie wód rzeki pod kątem ich zanieczyszczenia chromem do klasy I i II, według kryteriów określonych dla wód powierzchniowych śródlądowych, w tym rzek i jezior oraz sztucznie lub silnie zmienionych części tych wód w ww. Rozporządzeniu.

Wartości stężeń cynku w próbkach wody pobranych z rzeki Bytomki były niskie. W lipcu stężenie tego pierwiastka wahało się w zakresie od  $0,031$  mg/l na stanowisku pomiarowym przy ul. Towarowej (Bytom) do  $0,138$  mg/l na stanowisku pomiarowym przy ul. Trocera (Zabrze). We wrześniu natomiast najniższe stężenie tego pierwiastka odnotowano w dolnym odcinku rzeki w punkcie zlokalizowanym w okolicy ul. Królewskiej Tamy (Gliwice) i wynosiło  $0,032$  mg/l. Najwyższe stężenie cynku we wrześniowej kampanii pomiarowej wystąpiło w próbce wody pobranej na stanowisku pomiarowym zlokalizowanym w okolicy ul. Zabrzeńskiej (Bytom) i wynosiło  $0,114$  mg/l. Na tym samym stanowisku w lipcu odnotowano najniższe stężenie tego pierwiastka. Należy podkreślić, że stężenie cynku w wodach rzeki Bytomki są niskie, a stany wód w lipcu i wrześniu bardzo się od siebie różniły. Ponadto, wody płynące charakteryzują się dużą zmiennością, ale wahania te nie wpłynęły na klasę jakości wód w odniesieniu do stężenia w niej cynku.

Stężenie kadmu (Cd) w wodach omawianej rzeki wynosiło  $<10$   $\mu$ g/l na wszystkich stanowiskach pomiarowych, w obydwóch miesiącach prowadzenia badań. Oznaczone stężenie tego metalu znajdowało się poniżej granicy oznaczalności metody analitycznej. Otrzymane wyniki oraz kryteria jakie wykazane są w Rozporządzeniu (tabela 21) stosowanym do oceny zanieczyszczenia wód rzeki Bytomki nie pozwalają na klasyfikację ich pod kątem zanieczyszczenia kadmem.

Stężenie ołowiu i niklu we wszystkich badanych próbkach wody było niższe niż granica oznaczalności zastosowanej metodyki analitycznej ( $<10$   $\mu$ g/l) i według Rozporządzenia nie przekraczało maksymalnego dopuszczalnego stężenia.

Tabela 21. Klasyfikacja wód rzeki Bytomki pod kątem zanieczyszczenia wybranymi metalami, dla próbek pobranych w lipcu 2017 r.

| Klasyfikacja stężeń metali w wodach według Załącznika nr 6 WARTOŚCI GRANICZNE WSKAŹNIKÓW JAKOŚCI WÓD Z GRUPY SUBSTANCJI SZCZEGÓLNIE SZKODLIWYCH DLA ŚRODOWISKA WODNEGO (SPECYFICZNE ZANIECZYSZCZENIA SYNTETYCZNE I NIESYNTETYCZNE),ODNOSZĄCE SIĘ DO JEDNOLITYCH CZĘŚCI WÓD WSZYSTKICH KATEGORII do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych |   |                              |                       |                             |                              |                    |                     |                           |                               |
|---|---|------------------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Wskaźnik  | Wartość graniczna właściwa dla klasy      | Stanowisko pobierania próbek |                       |                             |                              |                    |                     |                           |                               |
|   |   | Bytom, ul. Towarowa          | Bytom, ul. Zabrzańska | Bytom/Ruda Śl., ul. Młyńska | Ruda Śl./Zabrze, ul. Mikosza | Zabrze, ul. Hagera | Zabrze, ul. Trocera | Zabrze, ul. Kondratowicza | Gliwice, ul. Królewskiej Tamy |
|   |   | mg/l                         |                       |                             |                              |                    |                     |                           |                               |
| Chrom ogólny  | I i II: ≤0,05                             | <0,01                        | <0,01                 | <0,01                       | <0,01                        | <0,01              | <0,01               | <0,01                     | <0,01                         |
|   | III–V Wartości granicznych nie ustala się |                              |                       |                             |                              |                    |                     |                           |                               |
| Cynk  | I i II: ≤1                                | 0,040                        | 0,031                 | 0,077                       | 0,115                        | 0,106              | 0,138               | 0,136                     | 0,130                         |
|   | III–V Wartości granicznych nie ustala się |                              |                       |                             |                              |                    |                     |                           |                               |



Tabela 22. Klasyfikacja wód rzeki Bytomki pod kątem zanieczyszczenia wybranymi metalami, dla próbek pobranych we wrześniu 2017 r.

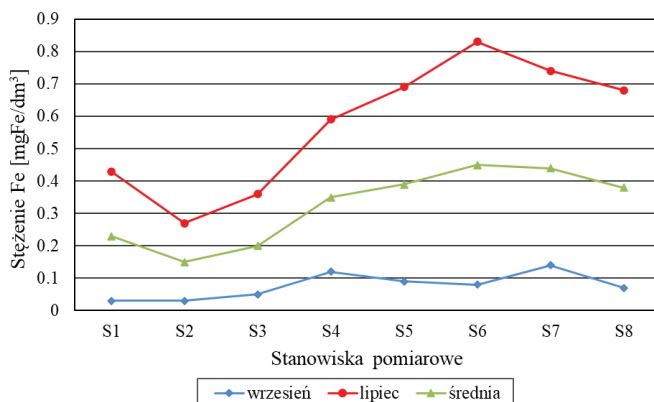
| Klasyfikacja stężeń metali w wodach według Załącznika nr 6 WARTOŚCI GRANICZNE WSKAŹNIKÓW JAKOŚCI WÓD Z GRUPY SUBSTANCJI SZCZEGÓLNIE SZKODLIWYCH DLA ŚRODOWISKA WODNEGO (SPECYFICZNE ZANIECZYSZCZENIA SYNTETYCZNE I NIESYNTETYCZNE), ODNOSZĄCE SIĘ DO JEDNOLITYCH CZĘŚCI WÓD WSZYSTKICH KATEGORII do Rozporządzenia Ministra z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych |   |                              |                       |                             |                              |                    |                     |                           |                               |
|---|---|------------------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Wskaźnik  | Wartość graniczna właściwa dla klasy      | Stanowisko pobierania próbek |                       |                             |                              |                    |                     | mg/l                      |                               |
|   |   | Bytom, ul. Towarowa          | Bytom, ul. Zabrzańska | Bytom/Ruda Śl., ul. Młyńska | Ruda Śl./Zabrze, ul. Mikosza | Zabrze, ul. Hagera | Zabrze, ul. Trocera | Zabrze, ul. Kondratowicza | Gliwice, ul. Królewskiej Tamy |
| Chrom   | I i II: ≤0,05                             | <0,01                        | <0,01                 | <0,01                       | <0,01                        | <0,01              | <0,01               | <0,01                     | <0,01                         |
|   | III–V Wartości granicznych nie ustala się |                              |                       |                             |                              |                    |                     |                           |                               |
| Cynk  | I i II: ≤1                                | 0,081                        | 0,114                 | 0,078                       | 0,086                        | 0,065              | 0,045               | 0,073                     | 0,032                         |
|   | III–V Wartości granicznych nie ustala się |                              |                       |                             |                              |                    |                     |                           |                               |

| Klasyfikacja stężeń metali w wodach według Załącznika nr 9 ŚRODOWISKOWE NORMY JAKOŚCI DLA SUBSTANCJI PRIORYTETOWYCH ORAZ DLA INNYCH ZANIECZYSZCZEŃ do Rozporządzenia Ministra z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych |                                   |                              |                          |                                |                                 |                       |                        |                              |        |     |
|---|-----------------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------------|--------|-----|
| Wskaźnik  | Maksymalne dopuszczalne stężenie* | Stanowisko pobierania próbek |                          |                                |                                 |                       |                        |                              | [µg/l] |     |
|   |                                   | Bytom,<br>ul. Towarowa       | Bytom,<br>ul. Zabrzańska | Bytom/Ruda Śl.,<br>ul. Młyńska | Ruda Śl./Zabrze,<br>ul. Mikosza | Zabrze,<br>ul. Hagera | Zabrze,<br>ul. Trocera | Zabrze,<br>ul. Kondratowicza |        |     |
|   |                                   |                              |                          |                                |                                 |                       |                        |                              |        |     |
| Kadm  | 0,45 (klasa I i II)               |                              |                          |                                |                                 |                       |                        |                              |        |     |
|   | 0,6 (klasa III)                   |                              |                          |                                |                                 |                       |                        |                              |        |     |
|   | 0,9 (klasa IV)                    |                              |                          |                                |                                 |                       |                        |                              |        |     |
|   | 1,5 (klasa V)                     |                              |                          |                                |                                 |                       |                        |                              |        |     |
| Ołów  | 14                                | <10                          | <10                      | <10                            | <10                             | <10                   | <10                    | <10                          | <10    | <10 |
| Nikiel  | 34                                | <10                          | <10                      | <10                            | <10                             | <10                   | <10                    | <10                          | <10    | <10 |

\* określone dla wód powierzchniowych śródlądowych, obejmujące rzeki i jeziora oraz związane z nimi sztuczne lub silnie zmienione części wód, na podstawie Rozporządzenia Ministra z dnia 21 lipca 2016 r.

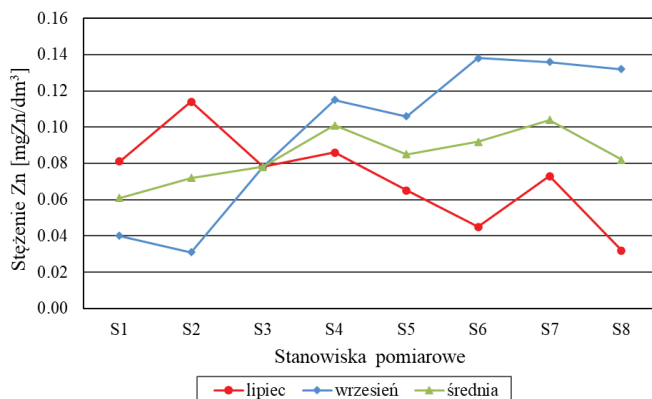
\*\* Granica oznaczalności zastosowanej metody analitycznej nie pozwala na sklasyfikowanie wody pod kątem stężenia Kadmu

■ Wynik spełnia wymagania dla klasy I i II czystości wód lub nie przekracza maksymalnego dopuszczalnego stężenia



Rysunek 73. Stężenie żelaza w wodzie rzeki Bytomki w lipcu i wrześniu 2017 r.

Stężenie żelaza w wodach analizowanej rzeki różniło się w poszczególnych miesiącach pomiarowych (Rys. 73). W lipcu wahało się w przedziale 0,27 mg/l do 0,83 mg/l we wrześniu natomiast w przedziale 0,03 mg/l do 0,14 mg/l. We wrześniu w porównaniu z lipcem stężenia żelaza w wodach Bytomki były niższe, ale spowodowane to było dużą ilością opadów deszczu w tym miesiącu, a co za tym idzie wyższym stanem wód w rzece. Najniższe stężenie tego metalu w lipcu odnotowano na stanowisku pomiarowym zlokalizowanym w górnym biegu rzeki Bytomki w okolicy ul. Zabrzańskiej w Bytomiu, a najwyższe w Zabrze na stanowisku przy ul. Trocera. We wrześniu najniższymi wartościami stężenia żelaza również charakteryzowały się wody w górnym odcinku rzeki (dwa pierwsze stanowiska w Bytomiu), a najwyższe stężenie odnotowano w rejonie ul. Kondratowicza w Zabrze. Wzdłuż biegu rzeki (na odcinku od Bytomia do Zabrze) można zauważyć trend wzrastającego stężenia żelaza w wodzie, może to być spowodowane zrzutami ścieków przemysłowych i wód opadowych oraz spływem powierzchniowym.



Rysunek 74. Stężenie cynku (Zn) w wodzie rzeki Bytomki w lipcu i wrześniu 2017 r.



### Podsumowanie – woda

Na podstawie badań przeprowadzonych w lipcu i sierpniu 2017 r. stwierdzono, że wody rzeki Bytomki spełniają wymagania dla klasy I i II dla wskaźników jakości wód powierzchniowych z grupy substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Cr, Zn) oraz spełnia środowiskowe normy jakości dla substancji priorytetowych (Ni, Pb). Biorąc pod uwagę zakres prowadzonych analiz można stwierdzić, że stan chemiczny wody jest dobry. Natomiast celem przeprowadzenia kompleksowej klasyfikacji jakości wód powierzchniowych ekosystemu rzeki Bytomki pod kątem zanieczyszczenia jej metalami należałoby prowadzić badania przez okres co najmniej 12 miesięcy, gdyż kryteria oceny podane w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz.U. poz.1187) [1] w większości przypadków odnosi się do średniorocznych wartości stężeń obejmujących je wskaźników.

Tabela 23. Klasy czystości osadów dennych na podstawie kryteriów geochemicznych [3]

| Pierwiastek | Tło<br>geochemiczne | Klasa I<br>niezanieczyszczone | Klasa II miernie<br>zanieczyszczone | Klasa III<br>zanieczyszczone | Klasa IV<br>silnie<br>zanieczyszczone |
|-------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
|             |                     |                               |                                     |                              |                                       |
| Arsen (As)  | <5                  | 10                            | 30                                  | 50                           | >50                                   |
| Bar (Ba)    | <50                 | 100                           | 500                                 | 1000                         | >1000                                 |
| Chrom (Cr)  | 6                   | 50                            | 100                                 | 400                          | >400                                  |
| Cynk (Zn)   | 73                  | 200                           | 500                                 | 1000                         | >1000                                 |
| Kadm (Cd)   | <0,5                | 1                             | 3,5                                 | 6                            | >6                                    |
| Kobalt (Co) | 3                   | 10                            | 20                                  | 50                           | >50                                   |
| Miedź (Cu)  | 7                   | 40                            | 100                                 | 200                          | >200                                  |
| Nikiel (Ni) | 5                   | 16                            | 40                                  | 50                           | >50                                   |
| Ołów (Pb)   | 15                  | 30                            | 100                                 | 200                          | >200                                  |
| Rtęć (Hg)   | <0,05               | 0,1                           | 0,5                                 | 1,0                          | >1,0                                  |
| Srebro (Ag) | <0,5                | 1                             | 2                                   | 5                            | >5                                    |

### 9.1.2. Metale w osadach dennych

Metale pochodzenia zarówno naturalnego, jak i antropogenicznego, ulegają w wodach przemianom chemicznym, procesom adsorpcji i kompleksowania. Następnie podlegają sedymentacji i akumulacji w osadach dennych. Otrzymane wyniki badań wskazują na zanieczyszczenie metalami osadów dennych rzeki

Bytomki. W pojedynczych przypadkach dla chromu i niklu stężenia wskazują na brak zanieczyszczenia, ale może to wynikać ze znacznej niejednorodności materiału badawczego jakim jest osad rzeczny.

Osady rzeczne cechują się dużym zróżnicowaniem pod względem stopnia uziarnienia oraz struktury sedymentacyjnej. Rodzaj powstających osadów zależy od miejsca depozycji, dynamiki rzeki oraz rodzaju przenoszonego materiału. Wyżynny charakter rzeki oraz wyłożone kamieniami dno (na przeważającej długości rzeki) wpływa na niejednorodność osadów, które wraz z pędem wody mogą być łatwo porywane z dna i przenoszone w inne miejsce, gdzie ponownie zostaną zdeponowane.

W pobranych w lipcu i wrześniu osadach dennych zbadano stężenie następujących metali: chromu, cynku, kadmu, niklu, ołowiu, rtęci (tylko w lipcu) i żelaza. Na podstawie otrzymanych wyników badań przeprowadzono klasyfikację zanieczyszczenia osadów dennych rzeki Bytomki według kryteriów geochemicznych [3]. Stężenia analizowanych metali oraz geochemiczne klasy czystości osadów dennych przedstawiono w tabelach 24 i 25. Klasyfikacja zanieczyszczenia osadów na podstawie kryteriów geochemicznych nie obejmuje żelaza.

Uzyskane wyniki wskazują, że osady rzeki Bytomki na całej jej długości są zanieczyszczone cynkiem, kadmem i ołowiem. Wysokie stężenia tych metali w osadach dennych mogą być konsekwencją odprowadzania do rzeki ścieków przemysłu wydobywczego (i pokrewnych) na obszarze zlewni rzeki Bytomki w przeszłości.

W próbkach osadów dennych stężenia cynku wahały się w przedziale od 1050 mg/kg do 7123,1 mg/kg w lipcu oraz od 978,3 mg/kg do 3861 mg/kg we wrześniu. W oparciu o kryteria geochemiczne, stężenia wskazują na silne zanieczyszczenie osadów Bytomki tym pierwiastkiem w całym jej biegu.

Silnie toksyczny dla organizmów wodnych kadm w próbkach osadów z rzeki Bytomki występował w stężeniach, które w większości klasyfikują je jako zanieczyszczone lub silnie zanieczyszczone. W lipcu był to przedział od 4,059 mg/kg do 28,745 mg/kg. We wrześniu natomiast stężenia omawianego metalu w osadach zawierały się w przedziale 3,026 do 14,720. Wynik otrzymany we wrześniu dla osadu ze stanowiska pomiarowego zlokalizowanego w okolicy ul. Zabrzeńskiej w Bytomiu – 3,026 mg/kg, klasyfikuje osad jako miernie zanieczyszczony kadmem.

Stężenie ołowiu w analizowanych próbkach osadów było zmienne i w sesji pomiarowej przeprowadzonej w lipcu zawierało się w przedziale od 140 mg/kg (Gliwice, ul. Królewskiej Tamy) do 1060 mg/kg (Bytom, ul. Torowa). We wrześniu natomiast stężenie ołowiu w próbkach osadów obejmowało przedział od 143,2 mg/kg (Bytom, ul. Zabrzeńska) do 512,6 mg/kg (Zabrze, ul. Hagera). Pomimo takiej dużej fluktuacji wyników, klasyfikują one osad z rzeki Bytomki do IV klasy zanieczyszczenia osadów ołowiem według kryteriów geochemicznych.

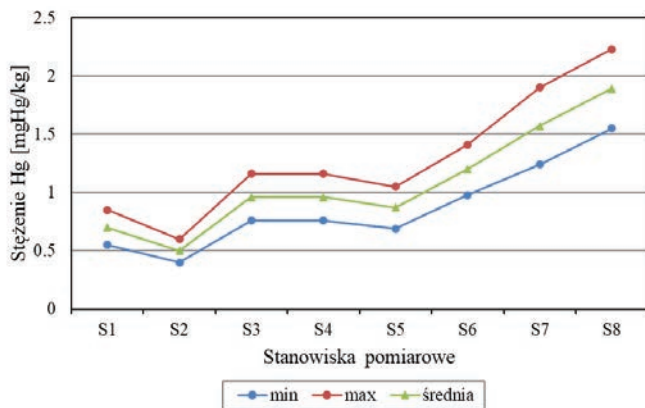
Chrom w próbkach osadów dennych pobranych z rzeki Bytomki występuje w szerokim zakresie stężeń: w lipcu 2017 r. od 38,02 mg/kg (klasa I) do 265,70 mg/kg (klasa III), we wrześniu 2017 r. od 25,17 mg/kg (klasa I) do 176,9 mg/kg (klasa III). W przypadku rtęci zaobserwowano wzrost stężenia tego pierwiastka w osadach rzeki wzdłuż jej biegu.

Tabela 24. Klasyfikacja osadów dennych rzeki Bytomki pod kątem zanieczyszczenia wybranymi metalami, dla próbek pobranych w lipcu 2017 r.

| Klasyfikacja osadów dennych wg kryteriów geochemicznych |                              |                          |                            |                                 |                       |                        |                              |                                     |       |
|---|------------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------|
| Pierwiastek   | Stanowisko pobierania próbek |                          |                            |                                 |                       |                        |                              |                                     |       |
|   | Bytom,<br>ul. Towarowa       | Bytom,<br>ul. Zabrzeńska | Bytom/Ruda,<br>ul. Młyńska | Ruda Śl./Zabrze,<br>ul. Mikosza | Zabrze,<br>ul. Hagera | Zabrze,<br>ul. Trocera | Zabrze,<br>ul. Kondratowicza | Gliwice,<br>ul. Królewskiej<br>Tamy |       |
|   | [mg/kg]                      |                          |                            |                                 |                       |                        |                              |                                     |       |
|   | Chrom (Cr)                   | 121,20                   | 38,02                      | 133,10                          | 265,70                | 170,00                 | 81,39                        | 81,96                               | 78,98 |
|   | Cynk (Zn)                    | 2297,2                   | 1605,4                     | 7123,1                          | 3266,9                | 2891,1                 | 1588,3                       | 1173,0                              | 1050  |
| Kadm (Cd)   | 11,459                       | 4,059                    | 28,745                     | 14,315                          | 11,894                | 7,269                  | 4,745                        | 4,640                               |       |
| Nikiel (Ni)   | 27                           | 9,28                     | 33,15                      | 40,58                           | 23,92                 | 14,59                  | 20,66                        | 18,88                               |       |
| Ołów (Pb)   | 1060                         | 164                      | 891                        | 442                             | 375                   | 216                    | 160                          | 140                                 |       |
| Rtęć (Hg)   | 0,7                          | 0,45                     | 0,96                       | 0,96                            | 0,87                  | 1,22                   | 1,57                         | 1,89                                |       |

Tabela 25. Klasyfikacja osadów dennych rzeki Bytomki pod kątem zanieczyszczenia wybranymi metalami, dla próbek pobranych we wrześniu 2017 r.

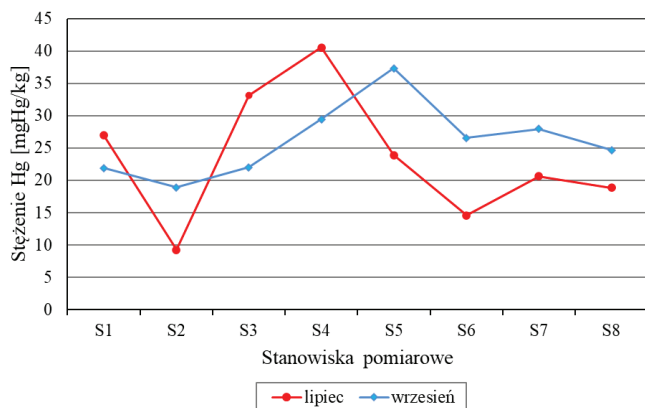
| klasyfikacja osadów dennych wg kryteriów geochemicznych |                               |                          |                                   |                                |                       |                        |       |                              |                                     |
|---|-------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------------|-------|------------------------------|-------------------------------------|
| Pierwiastek   | Stanowisko pobierania próbek, |                          |                                   |                                |                       |                        |       | Zabrze,<br>ul. Kondratowicza | Gliwice,<br>ul. Królewskiej<br>Tamy |
|   | Bytom,<br>ul. Towarowa        | Bytom,<br>ul. Zabrzeńska | Bytom/<br>Ruda Śl.<br>ul. Młyńska | Ruda Śl./Zabrze<br>ul. Mikosza | Zabrze,<br>ul. Hagera | Zabrze,<br>ul. Trocera |       |                              |                                     |
|   | [mg/kg]                       |                          |                                   |                                |                       |                        |       |                              |                                     |
|   |                               |                          |                                   |                                |                       |                        |       |                              |                                     |
| Chrom (Cr)  | 25,17                         | 26,22                    | 100,2                             | 92,17                          | 176,9                 | 97,21                  | 83,59 | 56,15                        |                                     |
| Cynk (Zn)   | 1589                          | 978,3                    | 1366                              | 3191                           | 3861                  | 2760                   | 1828  | 1654                         |                                     |
| Kadm (Cd)   | 5,142                         | 3,026                    | 5,752                             | 7,252                          | 14,720                | 12,750                 | 6,430 | 6,043                        |                                     |
| Nikiel (Ni)   | 21,92                         | 18,91                    | 22,05                             | 29,47                          | 37,33                 | 26,56                  | 27,95 | 24,67                        |                                     |
| Ołów (Pb)   | 232,2                         | 143,2                    | 278,3                             | 418,5                          | 512,6                 | 357,2                  | 228,5 | 207,7                        |                                     |



Rysunek 75. Stężenie rtęci w osadach dennych rzeki Bytomki – 2017 r.

Stężenia rtęci w pobranych próbkach osadów zawierają się w przedziale 0,45 mg/kg (Bytom, ul. Zabrzańska) do 1,89 mg/kg (Gliwice, ul. Królewskiej Tamy), i wskazują na zanieczyszczenie osadów na poziomie od miernego do silnie zanieczyszczonego.

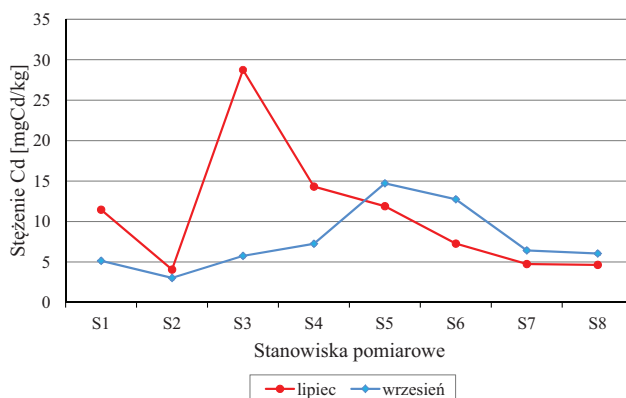
Zanieczyszczenie osadów niklem było najniższe i dla przeważającej części otrzymanych wyników było ono mierne (rys. 76).



Rys. 76. Stężenie niklu (Ni) w osadach dennych rzeki Bytomki – 2017 r.

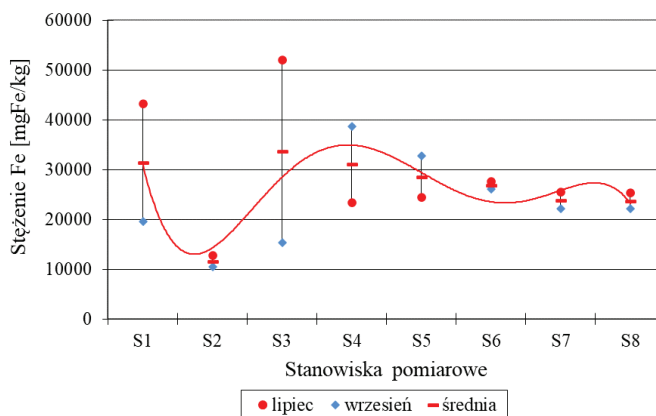
W lipcu, w próbce osadu pobranej ze stanowiska w Bytomiu przy ul. Zabrzańskiej i w Zabrze przy ul. Trocera, stężenie niklu było na tyle niskie, że w oparciu o kryteria geochemiczne osad nie wykazał zanieczyszczenia. Natomiast na granicy Rudy Śląskiej i Zabrze na stanowisku przy ul. Mikosza oznaczone w badanej próbce osadu stężenie niklu wskazywało na mierne ich zanieczyszczenie. We wrześniu wszystkie otrzymane wyniki badań klasyfikują osad z rzeki Bytomki na całej jej długości jako miernie zanieczyszczony niklem.

Stężenie kadmu (Cd) w osadach dennych rzeki Bytomki zmieniało się w granicach od 3 mgCd/kg do 28 mgCd/kg (rys. 77). Należy podkreślić fakt wielokrotnie niższego stężenia tego metalu w osadach dennych, na stanowisku przy ul. Młyńskiej, w Rudzie Śląskiej, przy wysokim stanie wody, w porównaniu do stanu z lipca. Wskazuje to na zjawisko transportowania osadów wraz z zawartymi w nich zanieczyszczeniami w dół rzeki.



Rys. 77. Stężenie kadmu w osadach dennych rzeki Bytomki – 2017 r.

Zawartość żelaza mieściła się w szerokich granicach (rys. 78). Najniższe stężenie tego pierwiastka zostało stwierdzone w próbce pochodzącej ze stanowiska pomiarowego zlokalizowanego w górnym biegu rzeki, w Bytomiu w okolicy ul. Zabrzańskiej – 10439 mg/kg we wrześniu. Natomiast najwyższe stężenie żelaza odnotowane zostało w próbce osadów pobranych na stanowisku Bytom ul. Młyńska – 51938 mg/kg w lipcu.



Rysunek 78. Stężenie żelaza w osadach rzeki Bytomki w lipcu i wrześniu 2017 r.

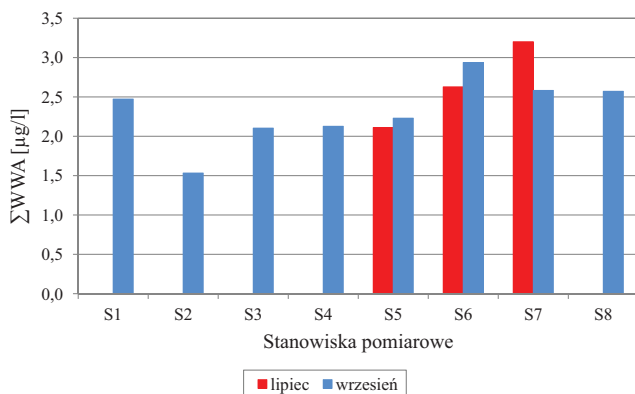
### Podsumowanie – osady

Zawartość wszystkich analizowanych metali była większa niż wartości charakterystyczne dla tła geochemicznego. Szczególnie duże przekroczenia wartości tła stwierdzono w odniesieniu do cynku, kadmu i ołowiu. Natomiast, najniższe przekroczenia tych wartości odnotowano dla niklu. Średnie stężenia metali stwierdzone w próbkach osadów dennych rzeki Bytomki układają się w następujący szereg:  $\text{Fe} > \text{Zn} > \text{Pb} > \text{Cr} > \text{Ni} > \text{Cd} > \text{Hg}$ .

Podsumowując zagadnienie obecności metali w ekosystemie rzeki Bytomki, można stwierdzić, że woda nie jest nimi zanieczyszczona. Natomiast w wyniku długoterminowej eksploatacji węgla kamiennego w zlewni rzeki Bytomki, silnie zanieczyszczone metalami są osady dennie.

## 9.2. Zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w wodzie rzeki Bytomki

Próbki do badań pobrano dwukrotnie – w lipcu i wrześniu 2017 roku. Wstępna analiza wody pod kątem zanieczyszczenia związkami organicznymi przeprowadzona została dla trzech stanowisk zlokalizowanych na terenie miasta Zabrze. W drugim poborze rozszerzono badania, tak aby ostatecznie określić zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w wodzie na całym biegu rzeki. Na rysunku 79 przedstawiono zmiany stężenia sumy WWA w próbkach wody pobranych z rzeki Bytomki. Stężenia te oscylowały wokół 2  $\mu\text{g/l}$ . Najwyższą zawartość, w porównaniu do wszystkich stanowisk pomiarowych, zaobserwowano w rejonie ulicy Trocera (2,937  $\mu\text{g/l}$  – wrzesień) i Kondratowicza (3,201  $\mu\text{g/l}$  – lipiec) w Zabrzu. Suma stężeń 16 oznaczanych WWA wahała się od 2,112  $\mu\text{g/l}$  do 3,201  $\mu\text{g/l}$  w lipcu oraz od 1,532  $\mu\text{g/l}$  do 2,937  $\mu\text{g/l}$  we wrześniu. Dominującymi związkami były fluoren, fenantren, fluoranten i piren.



Rysunek 79. Stężenie sumy 16 oznaczanych WWA w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

Jak już wspomniano, wodę pobraną z rzeki Bytomki sklasyfikowano w oparciu o Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. [1]. Dokument ten normuje maksymalne dopuszczalne stężenie dla siedmiu WWA (antracen, naftalen, benzo(a)piren, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(g,h,i)perylen, indeno(1,2,3-cd)piren), określone dla wód powierzchniowych śródlądowych, w tym rzek i jezior oraz sztucznie lub silnie zmienionych części tych wód. Według ww. Rozporządzenia stężenie naftalenu i benzo(a)pirenu w analizowanych próbkach wody nie przekroczyło maksymalnego dopuszczalnego stężenia. Stężenie antracenu zostało nieznacznie przekroczone jedynie w próbce wody pobranej na stanowisku przy ul. Kondratowicza w Zabrzu, w lipcu 2017 roku (0,109 µg/l). Z kolei stężenia benzo(b)fluorantenu, benzo(k)fluorantenu i benzo(g,h,i)peryleny w pobranych próbkach wody powierzchniowej były wyższe niż dopuszczalne w Rozporządzeniu (tabela 26 i 27). Analizowane wody, pobrane z rzeki Bytomki nie spełniają części wymagań w odniesieniu do substancji priorytetowych. Na podstawie otrzymanych wyników stan chemiczny wody należy określić jako „poniżej dobrego”. Aby dokonać kompleksowej klasyfikacji stanu chemicznego wód powierzchniowych omawianej rzeki, należy przeprowadzić co najmniej 12 pomiarów substancji priorytetowych w próbkach pobranych z reprezentatywnych punktów pomiarowo-kontrolnych.

Tabela 26. Klasyfikacja wody pobranej z rzeki Bytomki pod kątem zanieczyszczenia wybranymi WWA, dla próbek pobranych w lipcu 2017 r.

| Związek               | Maksymalne dopuszczalne stężenie* | Zabrze, ul. Hagera | Zabrze, ul. Trocera | Zabrze, ul. Kondratowicza |
|-----------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|
|                       | [µg/l]                            |                    |                     |                           |
| Antracen              | 0,1                               | 0,072              | 0,096               | 0,109                     |
| Naftalen              | 130                               | 0,055              | 0,092               | 0,087                     |
| Benzo(a)piren         | 0,27                              | 0,102              | 0,161               | 0,192                     |
| Benzo(b)fluoranten    | 0,017                             | 0,111              | 0,166               | 0,190                     |
| Benzo(k)fluoranten    | 0,017                             | 0,176              | 0,220               | 0,272                     |
| Benzo(g,h,i)perylen   | $8,2 \cdot 10^{-3}$               | 0,064              | 0,091               | 0,102                     |
| Indeno(1,2,3-cd)piren | Nie ma zastosowania               | 0,089              | 0,125               | 0,143                     |

\* określone dla wód powierzchniowych śródlądowych, obejmujące rzeki i jeziora oraz związane z nimi sztuczne lub silnie zmienione części wód, na podstawie Rozporządzenia Ministra z dnia 21 lipca 2016 r. [1]



Tabela 27. Klasyfikacja wody pobranej z rzeki Bytomki pod kątem zanieczyszczenia wybranymi WWA, dla próbek pobranych we wrześniu 2017 r.

| Związek | Maksymalne dopuszczalne stężenie* | Bytom, ul. Towarowa | Bytom, ul. Zabrzańska | Bytom/Ruda Śl. ul. Młyńska | Ruda Śl./Zabrze ul. Mikosza | Zabrze, ul. Hagera | Zabrze, ul. Trocera | Zabrze, ul. Kondratowicza | Zabrze/Gliwice, ul. Królewskiej Tamy |
|---------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|--------------------------------------|
|         | [µg/l]                            |                     |                       |                            |                             |                    |                     |                           |                                      |
|         | 0,1                               | 0,044               | 0,035                 | 0,048                      | 0,063                       | 0,064              | 0,063               | 0,063                     | 0,062                                |
|         | 130                               | 0,023               | 0,027                 | 0,123                      | 0,047                       | 0,062              | 0,070               | 0,072                     | 0,071                                |
|         | 0,27                              | 0,103               | 0,051                 | 0,076                      | 0,094                       | 0,082              | 0,159               | 0,132                     | 0,132                                |
|         | 0,017                             | 0,107               | 0,061                 | 0,077                      | 0,088                       | 0,080              | 0,143               | 0,123                     | 0,131                                |
|         | 0,017                             | 0,114               | 0,055                 | 0,081                      | 0,083                       | 0,080              | 0,137               | 0,119                     | 0,122                                |
|         | 8,2·10 <sup>-3</sup>              | 0,104               | 0,068                 | 0,085                      | 0,089                       | 0,083              | 0,126               | 0,109                     | 0,118                                |
|         | Nie ma zastosowania               | 0,1028              | 0,0646                | 0,0771                     | 0,0860                      | 0,0801             | 0,1169              | 0,0672                    | 0,1079                               |
|         | Indeno(1,2,3-cd) piren            |                     |                       |                            |                             |                    |                     |                           |                                      |

\* określone dla wód powierzchniowych śródlądowych, obejmujące rzeki i jeziora oraz związane z nimi sztuczne lub silnie zmienione części wód, na podstawie Rozporządzenia Ministra z dnia 21 lipca 2016 r. [1]

■ Stężenie WWA poniżej maksymalnego dopuszczalnego stężenia normowanego przez Rozporządzenie Ministra z dnia 21 lipca 2016 r.

■ Stężenie WWA powyżej maksymalnego dopuszczalnego stężenia normowanego przez Rozporządzenie Ministra z dnia 21 lipca 2016 r.

### 9.3. Zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w osadach dennych

Ocena jakości osadów dennych rzeki Bytomki została przeprowadzona na podstawie kryteriów ekotoksykologicznych, w oparciu o wskaźniki TEC (ang. *Threshold Effect Concentration*) i PEC (ang. *Probable Effect Concentration*). TEC określa stężenie związku, poniżej którego nie obserwuje się toksycznego wpływu na organizmy, z kolei PEC określa stężenie, powyżej którego toksyczny wpływ na organizmy jest często obserwowany. Osad uznawany jest za toksycznie oddziałujący na organizmy wodne nawet w przypadku, gdy przekroczenie zawartości progowej PEC zostanie stwierdzone tylko dla jednego związku chemicznego [4, 5]. W tabelach 26 i 27 przedstawiono klasyfikację osadów dennych pobranych na całej długości biegu rzeki Bytomki w miesiącach lipcu i wrześniu 2017 roku. W tabeli 28 zestawiono legendę przedstawiającą klasyfikację ekotoksykologiczną w odniesieniu do stopnia zanieczyszczenia osadów dennych trwałymi związkami organicznymi.

Tabela 28. Klasyfikacja ekotoksykologiczna osadów dennych [wg Mc Donald 4]

| Klasyfikacja toksyczności osadów dennych rzeki Bytomki |  |   |
|--|--|---|
| stężenie substancji < TEC                              | TEC < stężenie substancji < PEC                                  | stężenie substancji > PEC   |
| osad niezanieczyszczony, brak działania toksycznego    | osad określany, jako ani niezanieczyszczony, ani zanieczyszczony | osad zanieczyszczony, stężenie związku mogące wywołać efekt toksyczny |

Otrzymane wyniki wskazują, że osady dennie pobrane z rzeki Bytomki są silnie zanieczyszczone wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA) i mogą oddziaływać toksycznie na organizmy wodne badanego ekosystemu. Na większości stanowiskach stężenia WWA przekroczyły wartości dopuszczalne wskaźnika PEC. Zaobserwowano różnice między stężeniami wybranych WWA w pierwszym i drugim poborze, w niektórych punktach pomiarowych. Wynika to najprawdopodobniej z niejednorodności pobieranego materiału do badań. Dodatkowo w wrześniu 2017 r. odnotowano intensywne opady deszczu, przez co stan wody był wysoki i w konsekwencji mogło dojść do unoszenia i przemieszczenia osadów dennych.

W próbkach osadów dennych suma 16 oznaczanych WWA wahała się w zakresie od 2,881 mg/kg do 74,672 mg/kg w lipcu oraz od 3,898 mg/kg do 116,531 mg/kg we wrześniu. Do dominujących związków z tej grupy należy zaliczyć fenantren, fluoranten i piren. Na rysunku 80 przedstawiono zmiany stężenia sumy WWA wzdłuż biegu rzeki Bytomki.

Tabela 29. Klasyfikacja osadów dennych rzeki Bytomki pod kątem zanieczyszczenia wybranymi WWA, dla próbek pobranych w lipcu 2017 r.

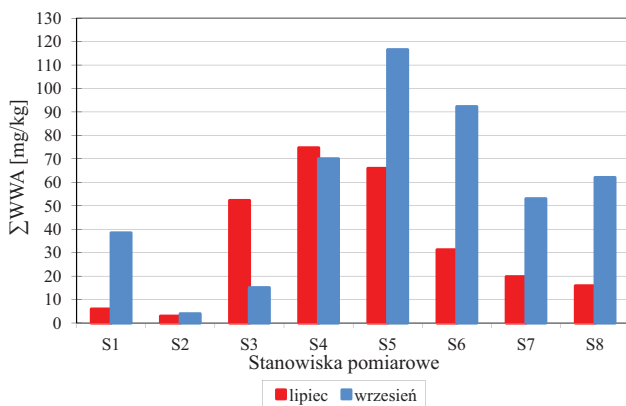
| Związek          | Wartości literaturowe* |              | Punkty pobierania próbek, klasyfikacja osadów dennych wg kryteriów ekotoksikologicznych |                          |                                |                                 |                       |                        |                              |  |
|------------------|------------------------|--------------|---|--------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------------|--|
|                  | wskaznik TEC           | wskaznik PEC | Bytom,<br>ul. Towarowa  | Bytom,<br>ul. Zabrzańska | Bytom/Ruda Śl.,<br>ul. Młyńska | Ruda Śl./Zabrze,<br>ul. Mikosza | Zabrze,<br>ul. Hagera | Zabrze,<br>ul. Trocera | Zabrze,<br>ul. Kondratowicza | Zabrze/Gliwice,<br>ul. Królewskiej<br>Tamy |
|                  | [mg/kg]                |              |   |                          |                                |                                 |                       |                        |                              |  |
| Naftalen         | 0,176                  | 0,561        | 0,198   | 0,011                    | 0,560                          | 3,380                           | 2,768                 | 0,977                  | 0,454                        | 0,426                                      |
| Fluoren          | 0,077                  | 0,536        | 0,064   | 0,023                    | 0,407                          | 1,610                           | 1,280                 | 0,402                  | 0,295                        | 0,221                                      |
| Fenantren        | 0,204                  | 1,170        | 0,995   | 0,423                    | 5,880                          | 13,201                          | 10,066                | 3,851                  | 2,554                        | 2,118                                      |
| Antracen         | 0,057                  | 0,845        | 0,207   | 0,097                    | 2,288                          | 5,038                           | 3,790                 | 1,169                  | 0,810                        | 0,762                                      |
| Fluoranten       | 0,423                  | 2,230        | 0,917   | 0,499                    | 11,074                         | 13,247                          | 11,682                | 5,603                  | 3,414                        | 2,198                                      |
| Piren            | 0,195                  | 1,520        | 0,876   | 0,465                    | 9,439                          | 10,356                          | 9,203                 | 4,861                  | 3,077                        | 2,761                                      |
| Benzo(a)antracen | 0,108                  | 1,050        | 0,559   | 0,266                    | 6,020                          | 7,102                           | 6,359                 | 3,483                  | 2,053                        | 1,654                                      |
| Chryzen          | 0,166                  | 1,290        | 0,363   | 0,162                    | 2,649                          | 3,276                           | 3,174                 | 1,743                  | 1,116                        | 0,872                                      |
| Benzo(a)pirenu   | 0,150                  | 1,450        | 0,393   | 0,244                    | 3,458                          | 4,237                           | 4,420                 | 2,361                  | 1,458                        | 1,127                                      |
| Σ 16 WWA         | 1,610                  | 22,800       | 5,930   | 2,881                    | 52,201                         | 74,672                          | 65,904                | 31,192                 | 19,713                       | 15,803                                     |

\* Macdonald i in. 2000, Solberg i in. 2003

Tabela 30. Klasyfikacja osadów dennych rzeki Bytomki pod kątem zanieczyszczenia wybranymi WWA, dla próbek pobranych we wrześniu 2017 r.

| Związek          | Wartości literaturowe* |              | Punkty pobierania próbek, klasyfikacja osadów dennych wg. kryteriów ekotoksikologicznych |                          |                                |                                 |                       |                        |                              |  |
|------------------|------------------------|--------------|--|--------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------------|--|
|                  | wskaznik TEC           | wskaznik PEC | Bytom,<br>ul. Towarowa   | Bytom,<br>ul. Zabrzańska | Bytom/Ruda Śl.,<br>ul. Młyńska | Ruda Śl./Zabrze,<br>ul. Mikosza | Zabrze,<br>ul. Hagera | Zabrze,<br>ul. Trocera | Zabrze,<br>ul. Kondratowicza | Zabrze/Gliwice,<br>ul. Królewskiej<br>Tamy |
| [mg/kg]          |                        |              |  |                          |                                |                                 |                       |                        |                              |  |
| Naftalen         | 0,176                  | 0,561        | 0,367  | 0,072                    | 0,461                          | 1,934                           | 5,924                 | 2,594                  | 1,123                        | 0,710                                      |
| Fluoren          | 0,077                  | 0,536        | 0,547  | 0,294                    | 0,459                          | 2,172                           | 5,183                 | 2,981                  | 1,253                        | 1,010                                      |
| Fenantren        | 0,204                  | 1,170        | 6,556  | 1,071                    | 4,145                          | 27,303                          | 32,858                | 26,696                 | 12,192                       | 16,691                                     |
| Antracen         | 0,057                  | 0,845        | 0,907  | 0,078                    | 0,374                          | 2,124                           | 6,051                 | 3,539                  | 1,836                        | 2,080                                      |
| Fluoranten       | 0,423                  | 2,230        | 6,927  | 0,510                    | 2,160                          | 9,044                           | 14,469                | 12,872                 | 8,448                        | 10,792                                     |
| Piren            | 0,195                  | 1,520        | 6,182  | 0,505                    | 1,864                          | 8,143                           | 14,694                | 11,485                 | 7,312                        | 8,537                                      |
| Benzo(a)antracen | 0,108                  | 1,050        | 4,410  | 0,241                    | 1,148                          | 4,296                           | 8,866                 | 7,386                  | 4,708                        | 5,435                                      |
| Chryzen          | 0,166                  | 1,290        | 2,140  | 0,147                    | 0,675                          | 2,324                           | 4,034                 | 3,689                  | 2,393                        | 2,536                                      |
| Benzo(a)pirenu   | 0,150                  | 1,450        | 2,774  | 0,238                    | 0,920                          | 3,117                           | 6,045                 | 5,187                  | 3,675                        | 3,690                                      |
| Σ 16 WWA         | 1,610                  | 22,800       | 38,373   | 3,898                    | 15,053                         | 69,984                          | 116,531               | 92,229                 | 52,953                       | 62,001                                     |

\* Macdonald i in. 2000, Solberg i in. 2003



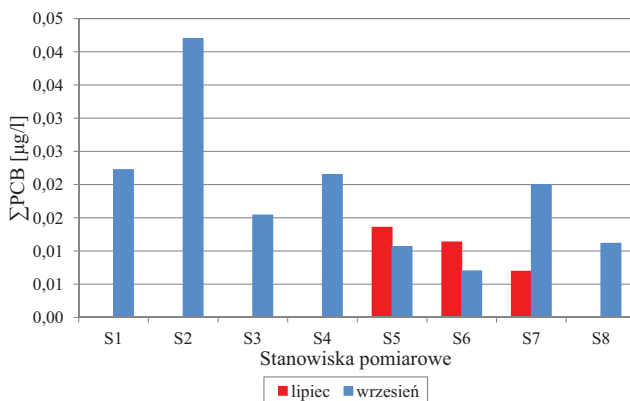
Rysunek 80. Stężenie sumy 16 oznaczanych WWA w osadach dennych rzeki Bytomki – 2017 r.

Zaobserwowano wyraźny wzrost stężenia omawianych zanieczyszczeń w rejonie stanowisk zlokalizowanych przy ul. Mikosza (Ruda Śląska/Zabrze), ul. Hagera (Zabrze) oraz ul. Trocera (Zabrze). W związku z trwałym charakterem wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych można sądzić, iż zanieczyszczenia osadów dennych stanowią głównie tło historyczne i związane są z wieloletnią eksploatacją terenów przyległych do rzeki. W pobliżu omawianych ulic zlokalizowana jest hałda Ruda [6, 7]. Spływy powierzchniowe ze wspomnianej hałdy, szczególnie w latach przed podjęciem prac rekultywacyjnych, mogły przyczynić się do wprowadzenia do rzeki dużego ładunku tych zanieczyszczeń. Nie można również wykluczyć, że część zanieczyszczeń jest wprowadzana do badanego ekosystemu wraz z wodami deszczowymi i roztopowymi spływającymi z przyległych terenów (szczególnie z terenów utwardzonych) oraz wraz ze ściekami z pobliskich oczyszczalni i zakładów przemysłowych.

#### 9.4. Zawartość polichlorowanych bifenyli w wodzie rzeki Bytomki

Polichlorowane bifenyle stanowią grupę związków organicznych będących pochodnymi bifenylu, w cząsteczce których jako podstawniki występują atomy chloru. Istnieje 209 kongenerów PCB, numerowanych wg. IUPAC (ang. *International Union of Pure and Applied Chemistry*) od 1 do 209. Amerykańska Agencja Ochrony Środowiska (ang. *United States Environmental Protection Agency*, US EPA) w próbkach środowiskowych zaleca oznaczać 7 wskaźnikowych kongenerów o kodach: PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180 [8]. W analizowanych próbkach środowiskowych suma 7 wskaźnikowych PCB wahała się od 0,007 µg/l do 0,014 µg/l (lipiec) i od 0,007 µg/l do 0,042 µg/l (wrzesień) (rys. 81). W próbkach pobranych w lipcu

stwierdzono obecność tylko dwóch kongenerów: PCB 52 i PCB 118. Z kolei w próbkach pobranych w wrześniu stężenie powyżej granicy oznaczalności stwierdzono dla kongenerów PCB 28, PCB 52 i PCB 180.



Rysunek 81. Stężenie sumy 7 wskaźnikowych kongenerów PCB w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych nie normuje maksymalnych dopuszczalnych stężeń dla związków z omawianej grupy. Warto podkreślić, że grupę pochodnych bifenylu można podzielić na dl-PCB (ang. *dioxin like PCB*) – PCB o działaniu podobnym do dioksyn i ndl-PCB (ang. *non-dioxin like PCB*) – PCB nie wykazujące toksyczności podobnej do dioksyn, ale mające inne właściwości toksykologiczne [9]. Oznaczone w badaniach kongenery o numerach 28, 52, 101, 138, 153, 180 i 209 zaliczane są do grupy ndl-PCB, natomiast wykryty w próbkach lipcowych PCB 118 zaliczany jest do grupy dioksynopodobnych [10].

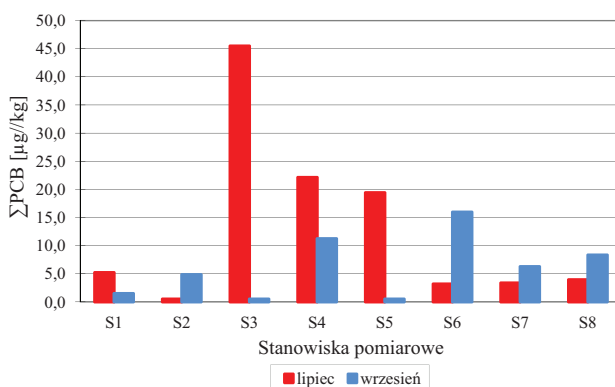
## 9.5. Zawartość polichlorowanych bifenyli w osadach dennych

Podobnie, jak w przypadku WWA, ocena jakości osadów dennych Bytomki w odniesieniu do zawartości PCB, została przeprowadzona w oparciu o wskaźniki TEC i PEC. W tabeli 31 przedstawiono klasyfikację zanieczyszczenia osadów dennych związkami PCB. Sumaryczne stężenia PCB na kolejnych stanowiskach pomiarowych nie przekraczały wartości wskaźnika TEC, w związku z czym można uważać, że toksyczny wpływ na organizmy nie powinien być zaobserwowany.

Tabela 31. Klasyfikacja osadów dennych rzeki Bytomki pod kątem zanieczyszczenia wybranymi PCB, dla próbek pobranych w lipcu i wrześniu 2017 r.

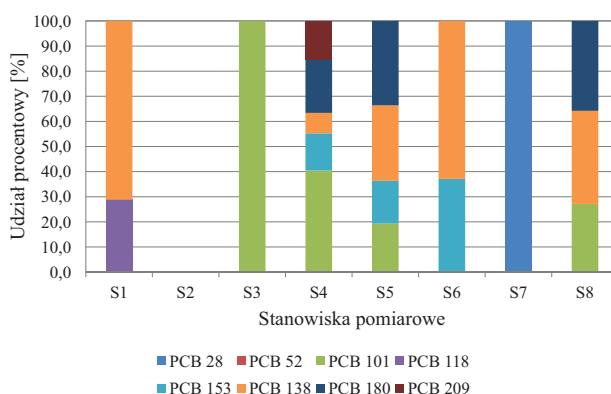
| Związek         | Wartości literaturowe |              | Punkty pobierania próbek, klasyfikacja osadów dennych wg. kryteriów ekotoksykologicznych |                          |                                |                                 |                       |                        |                              |  |
|-----------------|-----------------------|--------------|--|--------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------------|--|
|                 | wskaźnik TEC          | wskaźnik PEC | Bytom,<br>ul. Towarowa   | Bytom,<br>ul. Zabrzańska | Bytom/Ruda Śl.,<br>ul. Młyńska | Ruda Śl./Zabrze,<br>ul. Mikosza | Zabrze,<br>ul. Hagera | Zabrze,<br>ul. Trocera | Zabrze,<br>ul. Kondratowicza | Zabrze/Gliwice,<br>ul. Królewskiej<br>Tamy |
| Σ PCB, lipiec   | 59,8                  | 676          | 5,21   | <1,00                    | 45,47                          | 26,13                           | 19,40                 | 3,18                   | 3,36                         | 3,94                                       |
| Σ PCB, wrzesień | 59,8                  | 676          | 1,48   | 4,84                     | <1,00                          | 11,23                           | <1,00                 | 19,95                  | 6,27                         | 8,33                                       |

Na rysunku 82 przedstawiono zmiany stężeń sumy 7 wskaźnikowych PCB wzdłuż biegu rzeki Bytomki.



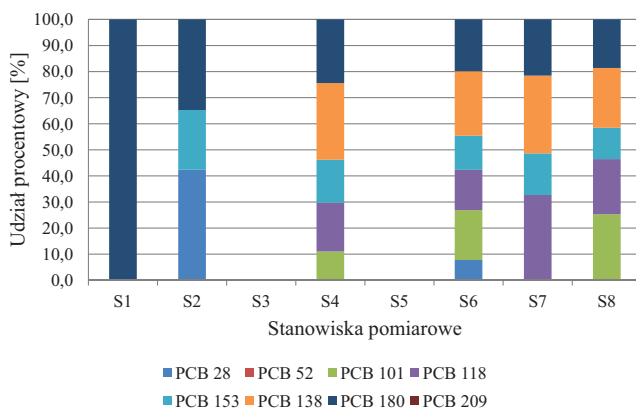
Rysunek 82. Stężenie sumy 7 wskaźnikowych kongenerów PCB w osadach dennych – 2017 r.

Suma ta wahała się od stężenia poniżej granicy oznaczalności do 45,47 µg/kg w lipcu i do 15,95 µg/kg we wrześniu. Największą wartość zaobserwowano w lipcu w próbce pobranej przy ul. Młyńskiej (Bytom/ Ruda Śląska). W analizowanej próbce powyżej granicy oznaczalności był tylko jeden kongener o numerze 101. Procentowy udział poszczególnych kongenerów w próbkach osadów dennych przedstawiono na rysunkach 83 i 84. Przedstawione wyniki trudno porównać między miesiącami. W lipcu na stanowisku 2 (ul. Zabrzańska, Zabrze) stężenie wszystkich kongenerów było poniżej granicy oznaczalności. Z kolei we wrześniu na stanowisku 3 (ul. Młyńska, Bytom/Ruda Śląska) i 5 (ul. Hagera, Zabrze) nie wykryto żadnego z badanych analitów. Różnice te, podobnie, jak w przypadku zanieczyszczeń z grupy WWA, najprawdopodobniej związane są z niejednorodnością oraz przemieszczaniem się materiału badawczego. Wskazuje to, że zanieczyszczenie osadów dennych trwałymi związkami organicznymi jest zróżnicowane w całym biegu rzeki.



Rysunek 83. Procentowy udział kongenerów PCB w próbkach osadów dennych – lipiec 2017 r.





Rysunek 84. Procentowy udział kongenerów PCB w osadach dennych – wrzesień – 2017 r.

Należy podkreślić, że obecnie produkcja i dystrybucja materiałów zawierających polichlorowane bifenyle jest zakazana. Mimo to szacuje się, że około 0,5 z 1,5 mln ton tych substancji wyprodukowanych między 1929 i 1970 może nadal pozostawać w środowisku [9, 11]. W związku z tym, można sądzić, że zanieczyszczenia te stanowią głównie tło historyczne. Pomimo, iż PCB występują w niskich stężeniach i prawdopodobnie utrzymują się na relatywnie niezmiennym od dziesięcioleci poziomie, to zagrożenie może stanowić chroniczne narażenie na te substancje. Ze względu na swój lipofilowy charakter, łatwo przenikają przez błony komórkowe organizmów i włączają się w obieg troficzny, co stanowi również zagrożenie dla zdrowia człowieka [12, 13].

### Podsumowanie – WWA i PCB

Zarówno woda, jak i osady dennie pobrane z rzeki Bytomki mogą zostać uznane za zanieczyszczone związkami WWA. Suma stężeń 16 oznaczanych WWA w próbkach wody nie różniła się znacząco, a wartości wahały się od około 1,5  $\mu\text{g/l}$  do ponad 3,0  $\mu\text{g/l}$ . Dominował fluoren, fenantren, fluoranten i piren. Przekroczenie maksymalnych dopuszczalnych stężeń normowanych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. odnotowano dla benzo(b)fluorantenu, benzo(k)fluorantenu i benzo(g,h,i)perylen na wszystkich stanowiskach pomiarowych zarówno w miesiącu lipcu, jak i wrześniu oraz dla antracenu w próbce pobranej przy ulicy Kondratowicza w Zabrze (lipiec). W związku z tym, że woda pobrana z rzeki Bytomki nie spełnia części wymagań dotyczących maksymalnych dopuszczalnych stężeń substancji priorytetowych, jej stan chemiczny należy określić jako „poniżej dobrego”.

W przypadku osadów dennych suma WWA wahała się od około 3,0 mg/kg do prawie 120,0 mg/kg. Dominującymi substancjami były fenantren, fluoranten i piren. Obserwując zmiany stężenia sumy WWA wzdłuż biegu rzeki Bytomki odnotowano wzrost stężenia tych zanieczyszczeń w rejonie stanowisk zlokalizowanych w Zabrzu (ul. Mikosza, ul. Hagera, ul. Trocera). Opierając się na analizie

wskaźników TEC i PEC oddziaływanie osadu dennego rzeki Bytomki na organizmy tego ekosystemu można uznać za toksyczne. Na większości stanowiskach stężenia WWA przekraczały wartości wskaźnika PEC podane w literaturze.

W próbkach wód powierzchniowych suma 7 wskaźnikowych PCB (PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180) wahała się w zakresie od 0,007 µg/l do 0,042 µg/l. Wody nie zostały sklasyfikowane, gdyż Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. nie określa maksymalnych dopuszczalnych stężeń dla tej grupy związków. W próbkach wody wykryto kongener numer 118, z grupy dl-PCB (ang. *dioxin like PCB*), czyli PCB o działaniu podobnym do dioksyn, którego toksyczność wyrażana jest w stosunku do 2,3,7,8-tetrachlorodibenzodioksyny (TCDD) (dioksyny o bardzo silnych właściwościach toksycznych).

W przypadku osadów dennych suma PCB wahała się od stężenia poniżej granicy oznaczalności do 45,47 µg/kg. Stężenia te nie przekraczały wartości wskaźnika TEC, w związku z czym można uznać, że toksyczny wpływ na organizmy nie powinien być zaobserwowany. Jako główne źródło zanieczyszczenia osadów dennych badanymi związkami organicznymi wskazuje się na zaszczości historyczne. Nie można wykluczyć, że część wprowadzonego ładunku zanieczyszczeń dostaje się do odbiornika wraz z wodami deszczowymi i roztopowymi spływającymi z przyległych terenów, szczególnie z terenów utwardzonych oraz razem ze wprowadzanymi ściekami.

Niekorzystne oddziaływanie zanieczyszczonych osadów dennych na ekosystem wodny może mieć miejsce nawet wówczas, gdy spełnione są kryteria jakości. Głównym problemem w tym przypadku jest chroniczne narażenie na te substancje. Zagrożenie, jakie stanowią PCB występujące w wodzie i osadzie dennym dla organizmów żywych, związane jest z możliwością ich kumulacji w tkance i możliwością włączania się w obieg troficzny. Zanieczyszczenia mogą być również transportowane w dół rzeki i odkładane w innych miejscach, gdzie wcześniej nie stwierdzono ich obecności. Poza tym osady o dużej zawartości szkodliwych składników mogą być źródłem zanieczyszczenia nie tylko środowiska wodnego, ale i przyległych ekosystemów lądowych, np. podczas powodzi mogą się przedostać do gleby na terenach zalewowych. W związku z tym, za właściwe wydaje się podjęcie działań uniemożliwiających dalszy wzrost stężeń substancji priorytetowych w badanym ekosystemie. W tym celu zaleca się zaniechanie lub stopniowe eliminowanie emisji tych substancji do wód powierzchniowych.

## 9.6. Literatura do rozdziału:

1. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 lipca 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz.U. 2016 poz. 1187).

2. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. w sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony (Dz.U. 2002 nr 55 poz. 498).
3. Siebielec S., G. Siebielec, B. Smreczak: *Zanieczyszczenia osadów dennych rzek i zbiorników wodnych*. Studia i Raporty IUNG-PIB, **46**, 20, 163–181 (2015).
4. Macdonald, D. D., C. G. Ingersoll, T. A. Berger: *Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems*. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, **39**, 1, 20–31 (2000).
5. Solberg T., J. Tiefenthaler Jr., G. O'Brien, H.F. Behnke, H.D. Poulson, J.P. Ela, S.D. Willett: Consensus-Based Sediment Quality Guidelines. Recommendations for Use & Application Interim Guidance. Developed by the Contaminated Sediment Standing Team, Wisconsin Department of Natural Resources (2003).
6. Hanczaruk R.: *Wybrane problemy rekultywacji zwałowiska odpadów pogórniczych na przykładzie zwałowiska „Ruda” w Zabrze-Biskupicach*. Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, **461**, 65–75 (2016).
7. Jabłońska-Czapla M., S. Szopa, C. Rosik-Dulewska: *Impact of Mining Dump on the Accumulation and Mobility of Metals in the Bytomka River Sediments*. Archives of environmental protection, **40**, 2, 3 – 19 (2014).
8. Rosińska A.: *Fermentacja mezofilowa osadów ściekowych przy zwiększonej zawartości PCB*. Inżynieria i Ochrona Środowiska, **13**, 4, 287–299 (2010).
9. Stec M., E. Kurzeja, A. Kościółek, K. Pawłowska-Góral: *Zagrożenia wynikające z narażenia na dioksyny i dioksynopodobne polichlorowane bifenyle*. Problemy Higieny i Epidemiologii, **93**, 4, 639–646 (2012).
10. Hamers T., J.H. Kamstra, P.H. Cenijn, K. Pencikova, L. Palkova, P. Simeckova, J. Vondracek, P.L. Andersson, M. Stenberg, M. Machala: *In Vitro Toxicity Profiling of Ultrapure Non-Dioxin-like Polychlorinated Biphenyl Congeners and Their Relative Toxic Contribution to PCB Mixtures in Humans*. Toxicological Sciences, **121**, 1, 88–100 (2011).
11. De Sena R.F., J.L. Tambosi, S.L. Floriani, E. Virmond, H.Fr. Schröder, R.F.P.M. Moreira, H.J. José: *Determination of inorganic and organic priority pollutants in biosolids from meat processing industry*, Waste Management, **29**, 2574–2581 (2009).
12. Rosińska A.: *Badania zawartości polichlorowanych bifenyli w wodzie i osadach dennych Warty na wysokości Częstochowy*. Ochrona Środowiska, **32**, 1, 15–20 (2010).
13. Ficek A., J. Czupioł: *PCB – szkodliwe ksenobiotyki w środowisku*. LAB Laboratoria, Aparatura, Badania, **5**, 28–31 (2013).

## 10. Badania stanu sanitarnego rzeki Bytomki

Badania stanu sanitarnego rzeki Bytomki przeprowadzono dwukrotnie, w lipcu i sierpniu 2017 roku. Próbkę wody pobrano na tych samych stanowiskach, w których pobierano próbki wody do badań hydrochemicznych. Wyniki badań przedstawiono na wykresach oraz w tabelach, w załącznikach. Poszukując danych literaturowych przedstawiających wyniki badań rzeki Bytomki, nie natrafiono na pozycje, opisujące stan sanitarny wód rzeki oraz jego zmiany czasowe i przestrzenne. Przedstawione poniżej wyniki badań wydają się być pierwsze i jedyne w tym zakresie

### 10.1. Ogólna charakterystyka problemu sanitarnego stanu wód

Najczęstszą przyczyną zanieczyszczenia bakteryjnego wód powierzchniowych są zrzuty nieczyszczonych bądź oczyszczonych w stopniu niedostatecznym, ścieków bytowo-gospodarczych. Ścieki powstają w wyniku zużywania wody, a w zależności od procesu w jakim była woda użyta, mogą zawierać substancje organiczne bądź nieorganiczne będące uciążliwe dla środowiska. Woda zużywana w gospodarstwach domowych oraz np. w przemyśle spożywczym przekształcana jest w ścieki zawierające wiele rodzajów bakterii szkodliwych zarówno dla zdrowia jak i dla środowiska.

Ścieki komunalne i przemysłowe podlegają kontroli w sposób określony przez normy prawne i technologiczne. Są to:

- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 10 listopada 2005 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, których wprowadzanie w ściekach przemysłowych do urządzeń kanalizacyjnych wymaga uzyskania pozwolenia wodnoprawnego.
- Rozporządzenie Ministra Budownictwa z dnia 14 lipca 2006 r. w sprawie sposobu realizacji obowiązków dostawców ścieków przemysłowych oraz warunków wprowadzania ścieków do urządzeń kanalizacyjnych (Dz. U. z 2006 r., Nr 136, poz. 964).
- 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 (Dz. U. 2014, poz. 1800).

- Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie komunalnych osadów ściekowych, z dnia 6 lutego 2015 r.
- W przypadku ścieków powstających w wyniku procesów przemysłowych obowiązuje uzyskanie pozwolenia wodno-prawnego, w którym określone zostają warunki badań w tym ich zakres, częstotliwość. Określone są także dopuszczalne ilości substancji znajdujących się w ściekach.

## 10.2. Charakterystyka drobnoustrojów uwzględnionych w badaniach

### 10.2.1. *Pseudomonas aeruginosa* – pałeczka ropy błękitnej

Bakteria *Pseudomonas aeruginosa* nazywana jest również *Pałeczką ropy błękitnej* (ze względu na zdolność wytwarzania barwnika niebiesko-zielonego). Jest to tlenowa, Gram-ujemna bakteria o wymiarach 0,5–0,8  $\mu\text{m}$  na 1,5–3,0  $\mu\text{m}$ . Środowiskiem tej bakterii jest gleba, woda a także powierzchnie roślin oraz skóra zwierząt (rzadko). Bakteria ta stanowi bardzo poważne niebezpieczeństwo powodując najczęściej zakażenia wewnątrz szpitalne. Posiada dużą odporność na antybiotyki. Jest mało wymagająca, rozwija się w zakresie temperatur od 15 do 30°C, ale może przeżyć również w wyższych temperaturach, nawet przy braku tlenu. Wykazuje dużą odporność na różne związki chemiczne (jeśli tylko znajdzie np. nieco azotu i węgla). Bakteria ma właściwość wytwarzania błony biologicznej (biofilmu), co zwiększa jej odporność na niekorzystne warunki środowiskowe. W organizmach o upośledzonej odporności może wywoływać bardzo groźne zakażenia. Z uwagi na możliwość występowania w wodzie (stacje uzdatniania wody) powstały odpowiednie zapisy dotyczące tej bakterii (wymagań bakteriologicznych stawianych wodzie do picia), które znajdziemy m.in. w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2007 r. nr 61 poz. 417 z późn. zm.). *Pseudomonas aeruginosa* to bakteria wykazująca się znaczną aktywnością i odpornością. Z uwagi na powodowane przez nią zagrożenia konieczne jest prowadzenie badań w celu zapewnienia odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa środowiska wodnego.

### 10.2.2. *Clostridium perfringens* – laseczka zgorzeli gazowej

*Clostridium perfringens* jest to bakteria beztlenowa należąca do rodzaju *Clostridium*. Może być składnikiem kompostu, osadu dennego, układu pokarmowego człowieka (flora fizjologiczna) i innych kręgowców, a także u owadów oraz w glebie.

*C. perfringens* wywołuje chorobę zwaną zgorzelą gazową (*łac. gangraena gaseosa*). Jest to martwica mięśni lub tkanki łącznej z wytworzeniem gazu. Nie-

leczone prowadzi do śmierci spowodowanej toksemią i wstrząsem. Obecność tej bakterii w wodzie powoduje nieprzydatność wody do spożycia przez ludzi. Bakteria ta występuje w odchodach, w mniejszych ilościach niż *E. coli*. Organizmy te nie są wyłącznie pochodzenia kałowego i mogą pochodzić z innych źródeł naturalnych. Przetrwalniki tych bakterii mogą przetrwać w wodzie znacznie dłużej niż bakterie z grupy coli i są odporne na dezynfekcję. Obecność ich w wodzie poddanej dezynfekcji może zatem wskazywać na niedociągnięcia w uzdatnianiu wody i uwidaczniać fakt, że organizmy patogenne odporne na dezynfekcję mogły przetrwać proces uzdatniania. W szczególności obecność *C. perfringens* w filtrowanej wodzie wodociągowej może wskazywać na niedociągnięcia w procesie filtracji. Cechą charakterystyczną tych organizmów jest zdolność do długiego przeżywania w środowisku, a więc mogą one być wskaźnikiem sporadycznych czy dawnych zanieczyszczeń. Innym źródłem *Clostridium perfringens* jest woda oraz ścieki.

### 10.2.3. Bakterie grupy coli

Do bakterii z grupy coli zalicza się następujące rodzaje: *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Proteus*. Są to wskaźniki określone podczas badania wody do picia i na potrzeby gospodarcze. Grupa ta obejmuje bakterie tlenowe i beztlenowe, nie wytwarzające form przetrwalnikowych. Ich miejsce bytowania to jelita grube człowieka i zwierząt. Mogą rozwijać się również w wodach zanieczyszczonych związkami organicznymi, w ściekach oraz w odpadach roślinnych i w glebie. Obecność tych bakterii w wodzie jest rozumiana jako zanieczyszczenie odchodami, co wyklucza stosowanie wody do picia i celów gospodarczych. Obecność w wodzie bakterii grupy coli może sugerować obecność innych, szkodliwych drobnoustrojów (*Salmonella*, *Shigella*). Test na bakterie grupy coli może być wykorzystywany jako wskaźnik efektywności uzdatniania wody, a także czystości sieci wodociągowych. W przypadku stwierdzenia w badanej wodzie dużej liczby bakterii grupy coli należy wykonywać dodatkowe testy potwierdzające obecność *Escherichia coli*.

### 10.2.4. *Escherichia coli* – pałeczka okrężnicy

*Escherichia coli* jest to względnie tlenowa bakteria Gram-ujemna. Występuje w jelicie grubym organizmów stałocieplnych. W określonych warunkach powoduje choroby u ludzi. Do środowiska, w tym do wody trafia z wydzielinami i kałem. Bakteria ta jest wskaźnikiem zanieczyszczenia wody. Jest wrażliwa na podniesienie temperatury powyżej 60°C. Jest wrażliwa na środki dezynfekujące. W wodzie żyje krótko. W środowisku o odpowiedniej wilgotności przeżywa miesiące.

### 10.2.5. Enterokoki kałowe

Enterokoki (*Enterococcus*) są to względnie tlenowe bakterie Gram-dodatnie, występujące najczęściej w postaci dwoinek i trudne do odróżniania od bakterii z rodzaju *Streptococcus*. Dwa gatunki enterokoków powszechnie występują w jelitach ludzi, są to *Enterococcus faecalis* oraz *Enterococcus faecium*. Enterokoki są to organizmy względnie beztlenowe, preferujące oddychanie tlenowe. Nie wytwarzają form przetrwalnikowych, a także najczęściej nie są chorobotwórcze. Ich wykrycie w wodzie świadczy o niedawnym kontakcie wody ze ściekami bytowymi. Z tego powodu jest to bardzo ważny wskaźnik oceny stanu sanitarnego wody.

### 10.2.6. Ogólna liczba mikroorganizmów w 22°C po 72 h

Liczebność ogólna bakterii jest wskaźnikiem informującym o występowaniu zanieczyszczenia organicznego. Bakterie te mają zdolność rozkładu martwej materii organicznej. Najczęściej spotykane to rodzaje: *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Bacillus*. Bakterie te wspomagają procesy uzdatniania wody i procesy samooczyszczania. Biorą one udział przy utlenianiu materii organicznej do dwutlenku węgla, usuwaniu azotu amonowego z wody, usuwaniu żelaza, manganu i siarczków. Bakterie te mają zdolność wytwarzania błony biologicznej. Błona ta może powstawać na urządzeniach do uzdatniania wody, na filtrach, na ścianach sieci wodociągowej, a w wodach powierzchniowych na powierzchniach zanurzonych, w tym na kamieniach, podłożu, gałęziach itp.

## 10.3. Wyniki

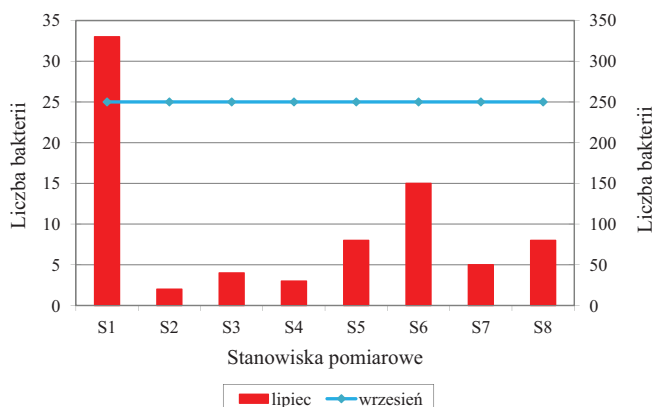
W prowadzonych badaniach uwzględniono następujące wskaźniki stanu sanitarnego wód rzeki Bytomki: *Pseudomonas aeruginosa*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, bakterie grupy coli, enterokoki kałowe, ogólna liczba bakterii. Dla uzyskania obrazu stanu sanitarnego wód rzeki Bytomki wykonano badania mikrobiologiczne. Próbkę wody pobrano dwukrotnie, w lipcu i wrześniu, w profilu podłużnym rzeki Bytomki. Liczebność bakterii *Pseudomonas aeruginosa* przedstawiono na rys. 85. Liczebność określano jako [jtk] czyli jednostki tworzące kolonie, oraz [NPL] czyli „najbardziej prawdopodobna liczba bakterii”. W obu terminach pobierania próbek wody stany wody różniły się w stopniu znacznym. W lipcu stan wody określono jako „normalny–niski”, we wrześniu jako „wysoki”. Średnia wartość natężenia przepływu wynosiła odpowiednio 1,26 m<sup>3</sup>/s oraz 2,72 m<sup>3</sup>/s. Uzyskane wyniki pozwoliły na dokonanie porównania stanu zanieczyszczenia mikrobiologicznego wody



rzeki w okresach bardzo różniących się hydrologicznie. Wyniki analiz przedstawiono poniżej na rys. 85.

### 10.3.1. *Pseudomonas aeruginosa*

W lipcu br. największą liczbę bakterii *Pseudomonas aeruginosa* [33 jtk/100 ml] stwierdzono w najwyższym punkcie rzeki Bytomki, na stanowisku przy ul. Towarowej w Bytomiu. Na odcinku od stanowiska nr 2 (Bytom, ul. Zabrzeńska/Małgorzatk) do stanowiska nr 6 (Zabrze, ul. Hagera), liczba bakterii wzrastała od 2 do 15 jtk/100 ml. Na odcinku końcowym, od stanowiska przy ul. Trocera do stanowiska przy ul. Królewskiej Tamy w Gliwicach liczba bakterii *Pseudomonas aeruginosa* zmniejszyła się i wynosiła od 5 do 8 jtk/100 ml.



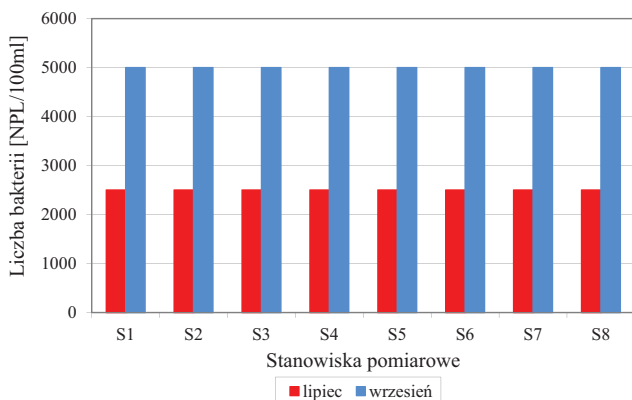
Rysunek 85. Liczba bakterii *Pseudomonas aeruginosa* w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

We wrześniu miały miejsce intensywne opady deszczu powodujące wzrost natężenia przepływu wody w rzece. Przy wysokim stanie wody w rzece liczebność bakterii *Pseudomonas aeruginosa* zwiększyła się kilkudziesięciokrotnie. Na całej długości rzeki Bytomki liczbę bakterii określono jako „większą niż 200”. Zatem można przyjąć, że w okresach opadów deszczu następuje znaczne pogorszenie stanu jakości wody pod względem liczebności bakterii *Pseudomonas aeruginosa*.

### 10.3.2. Bakterie z grupy coli

Liczebność bakterii z grupy coli przedstawiono na rys. 86. Zarówno w lipcu jak i wrześniu odnotowano obecność znacznych ilości bakterii z grupy coli w wodzie rzeki Bytomki.





Rysunek 86. Najbardziej prawdopodobna liczba bakterii z grupy *coli*

W lipcu br. na całej długości cieku odnotowano powyżej 2000 NPL/100 ml bakterii. We wrześniu natomiast na całej długości cieku liczebność bakterii przekroczyła 5000 NPL/100 ml. Z powyższego wynika, że nasilenie opadów atmosferycznych powodujące zwiększenie ilości wód opadowych odprowadzanych do rzeki Bytomki jest czynnikiem pogarszającym stan jakości wód rzeki pod względem liczby bakterii z grupy *coli*.

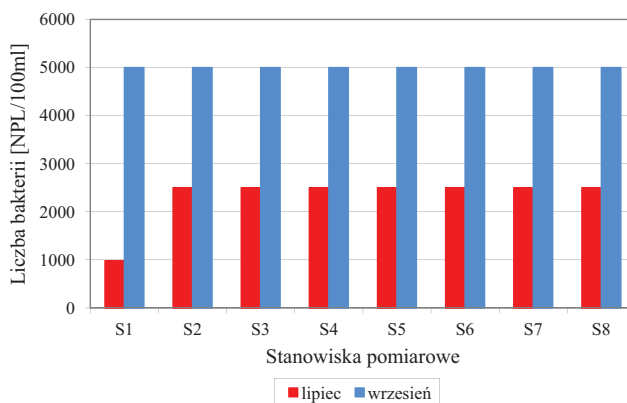
Powyższe wyniki wskazują na zanieczyszczenie rzeki Bytomki ściekami bytowymi i kontaktem wód rzeki z odchodami, zarówno przy niskich jak i przy wysokich stanach wody. Brak efektu rozcieńczania oraz wzrost zanieczyszczenia przy wysokim stanie wody wskazuje na stały kontakt rzeki z zanieczyszczeniami typu feralnego, nasilający się prawdopodobnie z uwagi na zrzuty większej ilości ścieków w stanach wysokich.

### 10.3.3. *Escherichia coli*

Liczebność bakterii *Escherichia coli* w wodzie rzeki Bytomki przedstawiono na rys. 87. Zarówno w próbkach wody pobranych w lipcu jak i w pobranych we wrześniu analiza wykazała znaczne ilości bakterii na całej długości cieku

Podobnie, jak w przypadku bakterii z grupy *coli*, tak i w przypadku rodzaju *Escherichia coli* stwierdzono wyrównanie stopnia zanieczyszczenia wody zarówno w lipcu jak i we wrześniu.

Najmniejszą, chociaż i tak wysoką liczbę bakterii (980 NPL/100 ml), odnotowano w lipcu, w najwyższym punkcie cieku, w Bytomiu, przy ul. Towarowej. Na pozostałych stanowiskach liczba bakterii *E. coli* przekraczała 2000 NPL/100 ml.

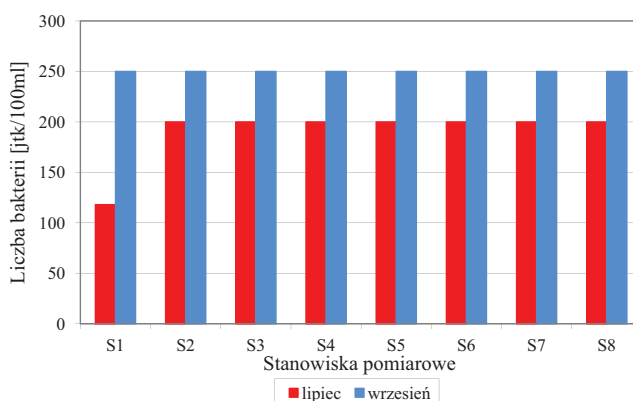


Rysunek 87. Najbardziej prawdopodobna liczba bakterii *Escherichia coli* – rzeka Bytomka 2017 r.

Dwukrotnie większą liczebność bakterii *Escherichia c.* odnotowano we wrześniu 2017 r. Liczba NPL/100 ml na wszystkich stanowiskach pobrania próbek wynosiła co najmniej 5000 jednostek. Wzrost liczebności należy tłumaczyć zwiększonymi zrzutami zanieczyszczeń wprowadzanymi do rzeki w czasie intensywnych opadów deszczu.

#### 10.3.4. *Clostridium perfringens* – laseczka zgorzeli gazowej

Liczebność bakterii *Clostridium perfringens* przedstawiono na rys. 88. Dynamika zmian liczebności *Clostridium perfringens* w kresie badań podobna jest do dynamiki zmian liczebności bakterii *Escherichia coli* (rys. 87). Podobieństwo polega na tym, że w obu przypadkach najniższą liczbę bakterii odnotowano w wodzie na stanowisku w najwyższym punkcie rzeki Bytomki, w Bytomiu przy ul. Towarowej.

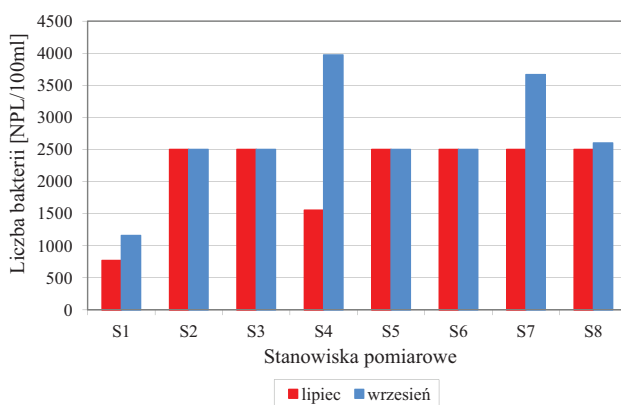


Rysunek 88. Liczebność bakterii *Clostridium perfringens* w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

Zarówno w lipcu jak i wrześniu, liczebność *Clostridium perfringens* w wodzie rzeki była wyrównana na wszystkich stanowiskach i wskazywała na stałe i znaczne zanieczyszczenie ciek. W lipcu liczba bakterii *Clostridium perfringens* wynosiła co najmniej 200 jtk/100 ml a we wrześniu 250 jtk/100 ml. Jak można zauważyć i w tym przypadku przy, wysokim stanie wody w rzece stopień zanieczyszczenia wody był wyższy niż przy niskim stanie wody.

### 10.3.5. Enterokoki kałowe

Liczebność enterokoków kałowych w wodzie rzeki Bytomki przedstawiono na rys. 89. W przypadku omawianego wskaźnika różnice liczebności bakterii pomiędzy wynikami analiz z lipca i września są mniejsze niż w przypadku *Clostridium perfringens* i *Escherichia coli*. Nie mniej widoczne są również pewne podobieństwa np. odnotowana w lipcu i sierpniu, najmniejsza (odpowiednio 770 i 1100 NPL/100 ml) liczba enterokoków kałowych na stanowisku pierwszym, w najwyższym punkcie ciek (Bytom, ul. Towarowa).



Rysunek 89. Liczebność enterokoków kałowych w wodzie rzeki Bytomki – 2017 r.

W warunkach niskiego stanu wody w rzece (lipiec 2017 r.) niższą liczebność enterokoków w wodzie rzeki odnotowano jeszcze na pograniczu Rudy Śląskiej i Zabrze (1552 NPL/100 ml). Z kolei większe ilości enterokoków w wodzie rzeki odnotowano we wrześniu na stanowisku, na pograniczu Rusy Śląskiej i Zabrze, w pobliżu ulicy Mikosza, oraz w Zabrzu, na stanowisku przy ulicy Kondratowicza.

Na pozostałych stanowiskach zarówno w lipcu jak i we wrześniu duża liczba enterokoków kałowych była wyrównana i wynosiła 2500 NPL/100 ml.

### Podsumowanie – stan sanitarny

W silnie zurbanizowanych regionach ciek wodne stanowią bardzo atrakcyjny element gospodarki jako odbiornik ścieków. Taki też jest status rzeki Bytomki, która jest osią wodną łączącą miasta Bytom-Ruda Śląska, Zabrze i nieco mniej Gliwice.

Woda rzeki Bytomki pozostaje w stałym kontakcie z zanieczyszczeniami typu mikrobiologicznego. Analizowane wskaźniki mikrobiologicznej jakości wody wskazują, że stan sanitarny wody jest zły. Jednocześnie na podkreślenie zasługuje fakt, że stan ten jest znacznie gorszy przy wysokich stanach hydrologicznych wody w rzece, niż podczas stanu niskiego.

Przyjmując, że zanieczyszczenie mikrobiologiczne wody rzeki Bytomki przy niskim stanie wody odzwierciedla „stan ustalony” można stwierdzić, że w okresie podwyższenia poziomu wody w rzece, nawet do stanu wysokiego, w przypadku wszystkich badanych wskaźników stanu sanitarnego nie obserwuje się efektu rozcieńczenia. Wręcz przeciwnie, wyższemu stanowi wody w rzece towarzyszy wzrost stopnia zanieczyszczenia mikrobiologicznego.

Powyższe zjawisko należy tłumaczyć wspomnianą wyżej rolą rzeki Bytomki jako odbiornika ścieków. Wydane pozwolenia wodno-prawne upoważniają użytkowników do zrzutu dodatkowych ilości ścieków podczas wysokich stanów wody.

Podkreślić należy również fakt, że udział ścieków w ogólnej ilości wody prowadzonej przez rzekę Bytomkę określany jest na około 70–80%. Należy sądzić, że również wody deszczowe, tworzące tzw. „ścieki opadowe” po spłukaniu „powierzchni szczelnych” (drogi, parkingi, chodniki, dachy) stanowią źródło zanieczyszczeń bakteriologicznych. Zatem nie należy się spodziewać, że ścieki opadowe będą w sposób znaczący poprawić tą sytuację.

Możliwości poprawy sanitarnego stanu rzeki Bytomki należy upatrywać w optymalizacji procesów oczyszczania ścieków komunalnych, podczyszczania ścieków opadowych oraz w tworzeniu warunków do podnoszenia stężenia rozpuszczonego w wodzie tlenu. Należy podkreślić, że w tym względzie elementem dobrze wpływającym na stan rzeki Bytomki jest jej dno wyłożone kamieniami różnej wielkości. Powoduje to turbulencyjne przemieszczanie się mas wodnych, skutkujące jej natlenowaniem/natlenieniem.

## 11. Podsumowanie

Presja, jaką na ekosystemy wodne na Śląsku wywierają bezpośrednio bądź pośrednio zakłady przemysłowe, aglomeracje oraz gospodarka rolna, jest ogromna. Ekosystemy wód płynących są wykorzystywane jako odbiorniki, lepiej lub gorzej oczyszczonych, ścieków komunalnych, przemysłowych i opadowych.

Wody płynące są bardziej odporne na zanieczyszczenia niż wody stojące. Przebiegające w nich procesy samooczyszczania są bardziej efektywne, a przede wszystkim inne niż procesy zachodzące w wodach stojących. Mimo tego siła antropopresji oddziałującej na wody płynące, na którą składają się zarówno rodzaje jak i ilość (ładunki) doprowadzanych zanieczyszczeń powoduje, że stan jakości tych ekosystemów wciąż przedstawia wiele do życzenia. Kolejnym problemem jest przebudowa brzegów, regulacja koryta, czyli przystosowywanie rzek do pełnienia roli kanałów, odbiorników ścieków.

Istotą i celem przeprowadzonych badań było wskazanie możliwości dla podjęcia działań, które doprowadzą rzekę Bytomkę oraz jej otoczenie do stanu społecznie akceptowalnego.

Bytomka stanowi przykład ekosystemu rzeczno-„integrującego” kilka aglomeracji. W rzece tej „sumują się” oddziaływania wynikające z wspomnianego wyżej faktu użytkowania cieków jako odbiorników ścieków. Jest więc to poligon doświadczalny, stwarzający warunki do badań synergicznego nakładania się oddziaływań poszczególnych miast na obszarze niewielkiej zlewni silnie zantropogenizowanej.

Presja wywierana na ekosystem potamiczny (rzekę) poprzez wprowadzanie do niego określonych zanieczyszczeń wpływa na stosunki termiczno-tlenowe, znajduje wyraz w składzie hydrochemicznym wody, a także w jej stanie sanitarnym. Wprowadzane w ciek zanieczyszczenia ulegają przemianom biologicznym, biochemicznym i fizycznym. Część z nich ulega wytrącaniu z wody, osadzaniu na dnie i wzdłuż brzegów, tworząc namuły, nanosy, złogi. Materiały zalegające – w warunkach Śląska – są często zanieczyszczone w znacznym stopniu metalami czy zanieczyszczeniami organicznymi (WWA, PCB itp.).

Elementem determinującym specyfikę ekosystemu potamicznego jest ciągły ruch wody, tj. liniowe przemieszczanie się mas wodnych. Warunki morfometryczne koryta cieków oraz uwarunkowania klimatyczne wpływają na dynamikę tego procesu. W zmiennych warunkach natężenia przepływu, a przede wszystkim prędkości liniowej przepływu wody, deponowany na dnie materiał – zanie-

czyszczone osady denne, które mogą być wleczone, przenoszone z biegiem rzeki. W ten sposób w dół biegu rzeki transportowane są również zanieczyszczenia znajdujące się w lżejszych, niesionych z wodą zawiesinach.

Przez rekultywację ekosystemu wodnego rozumie się zespół działań, zabiegów organizacyjnych i technicznych, mających spowodować poprawę stanu aktualnego ekosystemu w określonym, możliwym do osiągnięcia, zakresie akceptowalności.

Przeprowadzone, pod kątem możliwości rekultywacji rzeki Bytomki badania wykazały szereg interakcji pomiędzy elementami naturalnymi ekosystemu rzeki, a elementami antropopresji.

Na uwarunkowania środowiskowe decydujące o aktualnym stanie rzeki Bytomki składają się następujące elementy:

- długość ciek (rzeka Bytomka jest ciekim o niewielkiej długości – 20,2 km),
- głębokość koryta rzeki (w zależności od stanu wody, średnio od 15 cm do 120 cm),
- nachylenie spadku koryta rzeki (ponad 3‰),
- powierzchnia i sposób zagospodarowania zlewni,
- wysoki stopień zurbanizowania zlewni rzeki,
- fakt, że rzeka Bytomka przepływa przez tereny administracyjne trzech miast (Bytom, Ruda Śląska i Zabrze) „zainteresowanych” korzystaniem z możliwości wykorzystywania zasobów wodnych rzeki do różnych celów, głównie jako odbiornika ścieków,
- wykorzystywanie ciek jako odbiornika lepiej lub gorzej oczyszczonych ścieków komunalnych, przemysłowych i opadowych.

Specyfika ekosystemów potamicznych sprawia, że ekosystemy te cechuje znacznie większa „odporność” na wprowadzane do wód zanieczyszczenia, aniżeli w przypadku wód stojących. Składa się na to szereg czynników warunkujących przebieg procesów samooczyszczania. Należy tu wymienić:

- zasobność ekosystemu w wodę pochodzącą ze źródeł naturalnych,
- wynikająca z uformowania koryta ciek oraz jego spadku, zdolność do kształtowania właściwych stosunków tlenowych,
- zdolność do rozcieńczania wprowadzanych do ciek zanieczyszczeń,
- zdolność do wymieszania wprowadzanych zanieczyszczeń z wodami rzeki,
- proporcje pomiędzy natężeniem przepływu wody w rzece, a ładunkami wprowadzanych zanieczyszczeń,
- rodzaj wprowadzanych do rzeki zawiesin i stopień oraz rodzaj ich zanieczyszczenia,
- warunki do sedymentacji zawiesin,
- obecność w ciek zanieczyszczeń organicznych, zawierających substancje pożywkowe,

- warunki umożliwiające proces biosorpcji i pobieranie substancji pokarmowych przez bakterie,
- sedymentacja zawieszin organicznych, tworzących siedliska mikroorganizmów i organizmów wyższych,
- procesy tworzenia się brzegów w wyniku podmywania i obrywania skarp oraz tworzenie warunków dla rozwoju roślinności wyższej, naczyniowej,
- powstawanie namulów i nanosów oraz adsorpcja zanieczyszczeń,
- w zależności od charakteru dna (piaszczyste, kamieniste) powstawanie bakteryjnej błony biologicznej powodującej rozkład zanieczyszczeń organicznych,
- mineralizacja, czyli enzymatyczne (biologiczne) oraz chemiczne utlenianie substancji organicznych do prostych związków mineralnych, przy udziale bakterii, glonów i grzybów,
- obecność w wodzie ksenobiotyków oraz substancji toksycznych inhibujących procesy biologiczne.

Wykonane badania wykazały, że rzeka Bytomka posiada – teoretycznie – korzystne warunki dla procesów samooczyszczania, w tym:

- wynoszący 3,2 ‰ spadek terenu zapewnia dużą prędkość liniową przepływu wody,
- niewielka głębokość cieku oraz wyłożone sporymi kamieniami dno rzeki powodują, że przepływ mas wodnych ma charakter turbulencyjny, co powoduje dobre natlenowanie/natlenienie wody,
- nierówne, kamieniste dno oraz zwilżane skarpy brzegów rzeki stanowią doskonałe warunki dla tworzenia się aktywnej błony biologicznej,
- zrzuty wód opadów atmosferycznych mogą stanowić – pod warunkiem akceptowalnego składu fizycznego, hydrochemicznego i sanitarnego – element korzystny z punktu widzenia „przemywania” koryta rzeki oraz w przypadku niektórych wskaźników rozcieńczania ich stężeń.

Wykonane badania wykazały, że niekorzystne – z punktu widzenia rekultywacji – uwarunkowania w jakim funkcjonuje ekosystem rzeki Bytomki są następujące:

- niewielka długość cieku wynosząca 20,4 km ogranicza czas niezbędny dla procesów samooczyszczania,
- wysoki stopień zasolenia wody – wynoszący średnio 5‰, z czego 50% stanowią jony chlorkowe, a 20% jony siarczanowe. Wysoki stopień zasolenia występuje już w najwyższym biegu rzeki.
- przekształcenia powierzchni ziemi spowodowane „szkodami górniczymi, dewastujące obszar źródłowy rzeki Bytomki. można zaryzykować twierdzenie, że obecnie źródłami rzeki są zrzuty zasolonych wód kopalnianych,

- zasolone wody kopalniane wprowadzane są do rzeki Bytomki w kilku punktach, co eliminuje możliwość obniżenia stopnia zasolenia przez rozcieńczenie,
- problem zasolenia wody rzeki Bytomki nie ogranicza się wyłącznie do samej wody, zasolona woda przenika (nasyca) do pewnej głębokości dno, a także następuje „wysalanie brzegów”. Bez stosownych badań nie można dokładnie określić zasięgu tego zjawiska, nie mniej stopień wysolenia gleb i gruntów brzegów rzeki wpływa na kształtowanie się biocenozy roślinnych i zwierzęcych w strefie gleb o podwyższonym stężeniu soli,
- będące elementem zasolenia, wysokie stężenia jonów siarczanowych w warunkach wód o zwiększonym czasie retencji, podczas występujących w okresie stagnacji letniej deficytów tlenu, ulegną redukcji i staną się źródłem toksycznego siarkowodoru, będącego jednocześnie elementem uciążliwości zapachowej,
- za celowe należy uznać rozpoznanie możliwości skierowania zasolonych wód rzeki Bytomki do istniejących suchych obniżen gruntów, bądź nowo utworzonych zbiorników, zlokalizowanych – w miarę możliwości – w każdym przypadku powyżej aglomeracji miejskiej, pełniących rolę reaktorów kształtujących jakość wody w warunkach zasolenia. W takich zbiornikach, o odpowiednich warunkach morfometrycznych, możliwe jest zastosowanie rozwiązań znacznie redukujących ładunki zawiesiny. Odpowiednie sterowanie czasem retencji wraz z urządzeniami napowietrzającymi zminimalizują ryzyko pojawienia się deficytów tlenu i ograniczą ewentualną uciążliwość zapachową, jednocześnie należy zdawać sobie sprawę z niekorzystnego wpływu zasolonych wód rzeki na okoliczne gleby i grunty,
- duże zróżnicowanie natężenia przepływu wody w zależności od warunków atmosferycznych powoduje gwałtowny wzrost ładunków zanieczyszczeń,
- nagły wzrost natężenia przepływu wody oraz prędkości liniowej prądu wody jest czynnikiem podmywającym i naruszającym skarpy brzegów, ograniczając kształtowanie się siedlisk wyższej roślinności naczyniowej,
- stałe zrzuty ścieków komunalnych charakteryzujących się wyższym lub niższym stopniem oczyszczenia powodują permanentne skażenie sanitarne wód rzeki, nie wydaje się, żeby stan obecny mógł w tym zakresie ulec poprawie. Rzeka Bytomka jest, mówić obrazowo „za krótka” żeby na długości 20 km mogła poradzić sobie z dostarczającymi ładunkami zanieczyszczeń,
- stan zanieczyszczenia osadów dennych rzeki Bytomki wskazuje, że występujące w nich zanieczyszczenia mają związek z historycznymi procesami degradacji terenów zlewni. Na terenie zlewni, w sąsiedztwie rzeki,



- występują obszary, których powierzchnie niwelowano tzw. materiałem nasypowym pochodzenia budowlanego (gruz, asfalt), pochodzenia przemysłowego (spieki, zgary i spieki hutnicze, odpady z koksowni),
- prace terenowe pozwoliły wyróżnić bardzo istotny z punktu widzenia akceptowalnego stanu rzeki Bytomki element, jakim okazało się mechaniczne zanieczyszczenie ciek. W wielu miejscach stwierdzono w rzece obecność różnego rodzaju odpadów drewnianych (stare meble), metalowych (wózki dziecięce, kosze metalowe), a także tkanin (dywany, szmaty) w różnym stanie i w różnym stopniu rozkładu. W niektórych miejscach zanieczyszczenia te były mocno zakotwiczone w dnie, w innych wykazywały możliwość przemieszczania się z prądem rzeki.

Ten element „stanu ogólnego” rzeki Bytomki wydaje się jednym z najważniejszych, a jednocześnie jednym z najłatwiejszych do rozwiązania problemów, w sposób widoczny i spektakularny poprawiający zarówno „stan rzeki” jak i jej wizerunek społeczny. Należy podjąć działanie dla zmiany tej sytuacji poprzez uporządkowanie (mechaniczne usunięcie tych zanieczyszczeń, z koryta rzeki).

Biorąc od uwagę „administracyjną odpowiedzialność” za stan czystości rzeki Bytomki, wydaje się celowe ustalenie odcinków rzeki, na których kontrolę stanu będą prowadziły odpowiednie służby poszczególnych miast.

W celu maksymalnego ograniczenia zanieczyszczenia – zaśmiecania rzeki – należy rozważyć zastosowanie „łapaczy” w postaci krat o różnej gradacji, które będą zatrzymywać najpierw większe, a następnie coraz mniejsze, niesione z wodą „zanieczyszczenia stałe”. Te wychwytywacze odpadów, usytuowane powyżej granicy administracyjnej poszczególnych miast, a także w miastach, w miejscach „wrażliwych” pozwolą na zatrzymanie, a następnie usunięcie z koryta rzeki odpadów wyjątkowo uciążliwych ze społecznego punktu widzenia. W tym zakresie za celowe należy uznać przedsięwzięcia zmierzające do poszerzenia wiedzy społeczeństwa nt. stanu rzeki Bytomki oraz znaczenia, jakie ciek ten spełnia dla trzech dużych aglomeracji miejskich Górnego Śląska.

Z punktu widzenia rekultywacji rzeki oraz społecznej percepcji jej efektów istotne jest uporządkowanie brzegów i najbliższego otoczenia ciek. Między innymi likwidacja „dzikich” składowisk odpadów, umieszczenie tablic o treści edukacyjnej oraz zakazujących zaśmiecania, a także działań administracyjnych zwiększających ochronę doliny rzeki np. poprzez widoczną obecność służb porządkowych (straż miejska).

Przeprowadzone badania pozwoliły na sporządzenie listy parametrów istotnych z punktu widzenia rekultywacji rzeki Bytomki, są one następujące:

- jakość wody (hydrochemiczna),
- stosunki termiczno-tlenowe (zawartość tlenu w wodzie, BZT<sub>5</sub>, ChZT),
- stan sanitarny wody,
- metale ciężkie w wodzie,
- zanieczyszczenia organiczne w wodzie (WWA, PCB),
- przezroczystość wody,

- zawiesina w wodzie,
- ładunki zanieczyszczeń w wodzie,
- natężenie przepływu wody,
- zmienność jakości wody w warunkach zmienności stanów hydrologicznych,
- zawartość metali w osadach dennych,
- zanieczyszczenia organiczne w osadach dennych,
- zanieczyszczenia mechaniczne rzeki.

W poniższej tabeli (tabela 32) zestawiono parametry pozostające w ścisłym związku z poprawą stanu (rekultywacją) rzeki Bytomki, jakie ujawniły się w trakcie badań. Dokonano ich oceny pod kątem istotności dla stanu aktualnego oraz jego poprawy, oraz oceniono praktyczną i teoretyczną możliwość poprawy ujemnych konsekwencji tego stanu.

Tabela 32. Najważniejsze problemy z punktu widzenia rekultywacji rzeki Bytomki

| Problem/<br>wskaźnik               | Stan         |                     | Możliwość<br>poprawy |             | Zalecenia   |
|------------------------------------|--------------|---------------------|----------------------|-------------|---|
|                                    | akceptowalny | wskazana<br>poprawa | realna               | teoretyczna |   |
| Jakość wody                        | <b>TAK</b>   | <b>TAK</b>          | <b>TAK</b>           | <b>TAK</b>  | Poprawa stopnia oczyszczania ścieków odprowadzanych do rzeki  |
| Zawartość tlenu w wodzie           | <b>TAK</b>   | <b>TAK</b>          | <b>TAK</b>           | <b>TAK</b>  | Progi, kaskady napowietrzające  |
| Metale ciężkie w wodzie            | <b>TAK</b>   | <b>TAK</b>          | <b>TAK</b>           | <b>TAK</b>  | –   |
| WWA w wodzie                       | <b>TAK</b>   | <b>TAK</b>          | <b>TAK</b>           | <b>TAK</b>  | –   |
| PCB w wodzie                       | <b>TAK</b>   | <b>TAK</b>          | <b>TAK</b>           | <b>TAK</b>  | –   |
| Przezroczystość wody               | <b>TAK</b>   | <b>TAK</b>          | <b>TAK</b>           | <b>TAK</b>  | –   |
| Zawiesina w wodzie                 | <b>TAK</b>   | <b>TAK</b>          | <b>TAK</b>           | <b>TAK</b>  | –   |
| Stan skarp i brzegów rzeki         | <b>TAK</b>   | <b>TAK</b>          | <b>TAK</b>           | <b>TAK</b>  | Analiza możliwości umocnienia brzegów, minimalizacja osuwisk  |
| Zanieczyszczenia mechaniczne rzeki | <b>NIE</b>   | <b>TAK</b>          | <b>TAK</b>           | <b>TAK</b>  | Urządzenia do wychwytywania zanieczyszczeń, działania organizacyjne i administracyjne                       |
| Stan wizualny rzeki                | <b>NIE</b>   | <b>TAK</b>          | <b>TAK</b>           | <b>TAK</b>  | Mechaniczne usunięcie osadów dennych, chemiczne wspomaganie degradacji zanieczyszczeń w warunkach „in situ” |

|  |            |            |            |            |   |
|--|------------|------------|------------|------------|---|
| Zmienność jakości wody w warunkach zmienności stanów hydrologicznych | <b>TAK</b> | <b>TAK</b> | <b>NIE</b> | <b>TAK</b> | —   |
| Natężenie przepływu wody   | <b>TAK</b> | <b>NIE</b> | <b>NIE</b> | <b>TAK</b> | Kontrola i regulacja zrzutów ścieków  |
| Ładunki zanieczyszczeń w wodzie                                      | <b>NIE</b> | <b>TAK</b> | <b>NIE</b> | <b>TAK</b> | Poprawa stopnia oczyszczania ścieków  |
| Zawartość metali w osadach dennych                                   | <b>NIE</b> | <b>TAK</b> | <b>NIE</b> | <b>TAK</b> | Mechaniczne usunięcie osadów dennych  |
| Zanieczyszczenia organiczne w osadach dennych                        | <b>NIE</b> | <b>TAK</b> | <b>NIE</b> | <b>TAK</b> | Mechaniczne usunięcie osadów dennych, chemiczne wspomaganie degradacji zanieczyszczeń w warunkach „in situ” |
| Zasolenie wody   | <b>NIE</b> | <b>TAK</b> | <b>NIE</b> | <b>TAK</b> | Zaprzestanie zrzutów wód zasolonych   |
| Stan sanitarny wody  | <b>NIE</b> | <b>TAK</b> | <b>NIE</b> | <b>TAK</b> | Poprawa stopnia oczyszczania ścieków  |

## 12. Wnioski

Rekultywacja – w szerokim znaczeniu tego słowa – jest zespołem działań, przedsięwzięć, zabiegów, których ostatecznym rezultatem ma być „przywrócenie do stanu poprzedniego” przy założeniu, że stan „poprzedni” był najlepszy z możliwych. Uwarunkowania środowiskowe determinują, określają zakres możliwości ich podejmowania oraz możliwe do osiągnięcia rezultaty.

Na podstawie przeprowadzonych badań, wykonanych analiz wody i osadów dennych, analizy materiałów archiwalnych i źródłowych, dotyczących gospodarki wodno-ściekowej miast położonych w zlewni rzeki Bytomki sformułowano następujące stwierdzenia:

1. Rzeka Bytomka jest typowym przykładem ekosystemu potamicznego, poddanego wszystkim elementom antropopresji i uwarunkowań środowiskowych, charakterystycznych dla regionu Górnego Śląska.
2. Rzeka Bytomka jest typowym przykładem niewielkiego ciekę, wykorzystywanego jako odbiornik ścieków komunalnych i przemysłowych. Potwierdzają to wyniki analiz wód i osadów dennych.
3. Ulokowane w zlewni rzeki Bytomki oczyszczalnie ścieków funkcjonują właściwie, a odprowadzane do rzeki Bytomki ścieki spełniają wymagania określone w stosownym Rozporządzeniu.
4. Wprowadzane do rzeki Bytomki spływające z powierzchni szczelnych miast wody deszczowe (tzw. ścieki opadowe) poprzez wzrost natężenia przepływu stwarzają warunki do okresowego „przepłukiwania” koryta ciekę.
5. Za główny cel rekultywacji rzeki Bytomki należy uznać poprawę stanu wizualnego, czyli zwiększenie przezroczystości wody. W istniejących warunkach prędkości liniowej przepływu wody, niesiona z wodą zawiesina organiczna nie podlega sedymentacji. Sugeruje się rozważenie założenia powyżej miasta Zabrze przepływowego ekosystemu w postaci zbiornika lub wetlandu, gdzie zatrzymywana byłaby zarówno zawiesina lekka, jak i substancje biogenne.
6. Należy przeprowadzić szczegółową inwentaryzację zrzutów wód deszczowych oraz dokonać kompleksowej kontroli stanu oraz pracy separatorów i „łapaczy” zawiesin.
7. Zmniejszenie zanieczyszczenia osadów dennych – będącego skutkiem wieloletniego zanieczyszczania środowiska – możliwe jest poprzez

ich mechaniczne usunięcie lub poddanie osadów dennych zabiegom chemicznego utleniania, co wymaga sprawdzenia w trakcie badań eksperymentalnych.

8. Niezbędnym zabiegiem rekultywacyjnym w odniesieniu do rzeki Bytomki jest uporządkowanie brzegów, przeprowadzenie gruntownego sprzątnięcia doliny rzeki.
9. Silnie oddziałującym elementem dyskomfortu rzutującym na percepcję stanu rzeki Bytomki jest jej zaśmiecenie. Jako niezbędny element rekultywacji i ochrony rzeki Bytomki przed dewastacją należy zastosować system zapór, specjalistycznych krat bądź innych rozwiązań do zatrzymywania niesionych z wodą odpadów dużych – krzewy, drzewa, szmaty, papiery. Zatrzymywane powyżej miast odpady powinny być systematycznie usuwane przez odpowiednie służby.
10. Na szczególną uwagę zasługuje problem tzw. „koloru rzeki”. Badania wykazały, że woda tylko z pozoru ma ciemny kolor. Wrażenie takie powoduje ciemny kolor dna rzeki oraz szybki nurt wody. Dno rzeki, wyłożone materiałem kamiennym, nie jest dnem naturalnym. Kamieniste dno oraz brzegi rzeki, w warunkach obecności w wodzie zanieczyszczeń organicznych (ścieki komunalne i przemysłowe) stanowią podłoże dla tworzenia błony biologicznej tworzonej przez bakterie. Tzw. biofilm bakteryjny jest koloru ciemnego. Dodatkowym czynnikiem powodującym ciemny kolor dna są siarczki. Usunięcie przyczyn „ciemnego dna” teoretycznie jest możliwe poprzez mechaniczne oczyszczenie bądź stosowanie utleniaczy chemicznych. W praktyce jest to mało realne.
11. Odprowadzanie zasolonych wód kopalnianych do wód płynących Górnego Śląska, w tym także do rzeki Bytomki, jest jednym z głównych elementów antropopresji. Wysoki stopień zasolenia rzeki Bytomki (około 5‰) ogranicza możliwości rozwoju flory i fauny. Zmniejszenie ilości odprowadzanych do rzek wód zasolonych bądź opracowanie systemu ich rozcieńczania należy uznać za cel będący elementem rekultywacji.
12. Paradoksalnie, stały zrzut kopalnianych wód zasolonych zapewnia stałe natężenie przepływu w okresach wysokich temperatur i niskich opadów atmosferycznych.
13. Nakładanie się na siebie wpływu poszczególnych miast (Bytom, Ruda Śląska, Zabrze) jest czynnikiem ograniczającym możliwości samoczyszczania się rzeki.
14. Poprawa aktualnego stanu rzeki wymaga jednoczesnego, wspólnego wysiłku Władz poszczególnych miast, korzystających z rzeki Bytomki, w celu opracowania zasad systemowego ograniczania wprowadzanych do rzeki zanieczyszczeń.

# Załączniki

## Załącznik 1.

### Wykaz publikacji, opracowań i innych materiałów dotyczących rzeki Bytomki

1. Strategia poprawy stanu ekologicznego oraz ochrony powierzchniowych wód płynących województwa śląskiego – rekultywacja rzeki Bytomki, Sprawozdanie z ekspertyzy C2-732/2017/NW, prace IPIS PAN Zabrze – 2017.
2. Łobos-Moysa E., M. Dudziak: *Występowanie kwasów tłuszczowych i steroli w środowisku naturalnym*. Proceedings of ECOpole, **10**, 1, 209–217 (2016).
3. Jabłońska-Czapla M., C. Rosik-Dulewska, S. Szopa: *Mobility of heavy metals in areas surrounding mine waste dumps*. LAP Lambert Academic Publishing (2015).
4. M. Jabłońska-Czapla, S. Szopa: Oznaczanie organicznych i nieorganicznych form specyjalnych arsenu w próbkach o obciążonej matrycy w układzie HPLC-ICP-MS. POSTER. VIII SEMINARIUM NAUKOWE „Aktualne Problemy Chemii Analitycznej” Katowice (2014).
5. M. Jabłońska-Czapla, S. Szopa, C. Rosik-Dulewska: *Impact of Mining Dump on the Accumulation and Mobility of Metals in the Bytomka River Sediments*. Archives of environmental protection, **40**, 2, 3–19 (2014).
6. Cempiel E., A. Czajkowska, K. Nowińska, M. Pozzi: Przejawy antropopresji w zlewni rzeki Bytomki. Wydaw. Politechniki Śląskiej, Gliwice (2014).
7. E. Łobos-Moysa: *Ocena stopnia zanieczyszczenia związkami organicznymi kanału gliwickiego i jego wybranych dopływów*. Proceedings of ECOpole, **7**, 1 (2013).
8. Prognoza oddziaływania na środowisko dotycząca studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Ruda Śląska. RUDA ŚLĄSKA, Informacje na temat fauny i flory Bytomki, Listopad 2013.
9. Nocoń W.: *Zawiesina w wodach płynących aglomeracji górnośląskiej – problemy i wyzwania*. LAB Laboratoria, Aparatura, Badania, **17**, 39–43 (2012).
10. Łabaj P., A. Hamerla: *Ocena warunków hydromorfologicznych rzek w zlewniach zurbanizowanych metodą River Habitat Survey*. Prace Naukowe GIG. Górnictwo i Środowisko, **4**, 109–121 (2012).
11. Nocoń W., K. Nocoń: *Płynące wody powierzchniowe aglomeracji górnośląskiej – problemy i wyzwania*. LAB Laboratoria, Aparatura, Badania, **16**, 26–31 (2011).

12. Nocoń W.: *Metale ciężkie w osadach dennych wybranych dopływów rzeki Kłodnicy*. Inżynieria i Ochrona Środowiska, **12**, 1, 65–76 (2009).
13. Działoszyńska-Wawrzekiewicz M.: *Metale ciężkie w osadach rzecznych terenów zurbanizowanych zlewni rzeki Kłodnicy*. Metale Ciężkie w Środowisku, Wydawnictwo Ekonomia i Środowiska, 168–184 (2008).
14. Czajkowska A., A. Wilczyńska: *Ocena stopnia zanieczyszczenia rzeki Bytomki*. Zeszyty Naukowe. Górnictwo / Politechnika Śląska, **285**, 77–86 (2008).
15. Działoszyńska-Wawrzekiewicz M.: *Koncepcja przyrodniczo-społecznego wykorzystania zalewisk na przykładzie zlewni rzeki Kłodnicy*. Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych, Katowice (2007).
16. Matusiak R., J. Wojtczak: *Ruda Śląska. Bytomka. Miejsca przyrodniczo cenne*, Ruda Śląska (2006).
17. Nocoń W., M. Kostecki.: *Hydrochemical characteristics of the Bytomka river*. Archiwum Ochrony Środowiska, **31**, 1, 31–43 (2005).
18. Lach R., A. Magdziorz, H. Maksymiak-Lach: *Zmiany jakości wód powierzchniowych zlewni Górnej Odry w wyniku restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego*. Prace Naukowe GIG, Górnictwo i Środowisko, **3** (2004).
19. Kostecki M., J. Kozłowski: *Wykonanie analiz wód w rzekach i potokach na terenie miasta Zabrze*. Praca IPIŚ PAN, temat C2-193, Zabrze 1992 (praca nie publikowana)
20. *Raport dotyczący rzeki Kłodnicy i jej dopływów na odcinku od źródła do ujścia do kanału Gliwickiego*. Mat. Ze spotkania warsztatowego „Czysta Kłodnica”, Urząd Miejski w Rudzie Śląskiej, Ruda Śląska (1995). (praca nie publikowana).
21. *Mobilność form specjalnych arsenu, antymonu i chromu w wybranych ekosystemach rzek Górnego Śląska – MoSpeSil* <http://ipis.pan.pl/pl/nauka/projekty/710-projekt-mospesil>
22. *Klasyfikacja stanu/potencjału ekologicznego i stanu chemicznego rzek w punktach pomiarowo-kontrolnych badanych w latach 2010–2012, Ocena rzek w punktach pomiarowo-kontrolnych monitoringu obszarów chronionych badanych w latach 2010–2012*, WIOŚ
23. *Szczegółowa mapa geochemiczna Górnego Śląska, 1:25 000* <http://www.mapgeochem.pgi.gov.pl>
24. *Rewitalizacja Rowu Rudzkiego* <https://rudaslaska.com.pl/i,zielona-enklawa-bedzie-odzyskana,100,1275402.html>
25. *Razowska-Jaworek L., I. Brodziński: Bytom* <https://www.pgi.gov.pl/psh/materialy-informacyjne-psh/informatory-psh/wody-podziemne-miast-polski/4153-bytom/file.html>



## **Załącznik 2. Poglądowa Dokumentacja fotograficzna – wybrane fragmenty rzeki Bytomki**

ROK 2017



Fot. 1. Górny odcinek rzeki – w sąsiedztwie ulicy Targowej w Bytomiu (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 2. Górny odcinek rzeki – w sąsiedztwie ulicy Targowej w Bytomiu (fot. Maciej Kostecki)





Fot. 3. Górny odcinek rzeki – w sąsiedztwie ulicy Targowej w Bytomiu – bystrze  
(fot. Maciej Kostecki)



Fot. 4. Boczny rów, okresowy dopływ rzeki – w sąsiedztwie ulicy Targowej w Bytomiu  
(fot. Maciej Kostecki)



Fot. 5. Górny odcinek rzeki – w sąsiedztwie ulic Zabrzeńskiej i Małgorzatkі w Bytomiu  
(fot. Maciej Kostecki)



Fot. 6. Górny odcinek rzeki – w sąsiedztwie ulic Zabrzeńskiej i Małgorzatkі w Bytomiu – duże ilości odpadów stałych (szmaty, druty i inne) (fot. Maciej Kostecki)





Fot. 7. Koniec górnego odcinka rzeki – w sąsiedztwie ulicy Młyńskiej na granicy Bytomia i Rudy Śląskiej (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 8. Koniec górnego odcinka rzeki – w sąsiedztwie ulicy Młyńskiej na granicy Bytomia i Rudy Śląskiej – bystrze. (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 9. Środkowy odcinek rzeki – poniżej granicy Bytomia i Rudy Śląskiej – bystrze, widoczne złoże zanieczyszczeń stałych (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 10. Środkowy odcinek rzeki – poniżej granicy Bytomia i Rudy Śląskiej – bystrze, widoczne złoże zanieczyszczeń stałych (fot. Maciej Kostecki)





Fot. 11. Środkowy odcinek rzeki – na granicy Rudy Śląskiej i Zabrze – boczny dopływ okresowego rowu z klarowną wodą, spokojny nurt, widoczne silne zmętnienie wody (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 12. Środkowy odcinek rzeki – na granicy Rudy Śląskiej i Zabrze – spokojny nurt, widoczne silne zmętnienie wody oraz zwalone do rzeki drzewa (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 13. Środkowy odcinek rzeki – na granicy Rudy Śląskiej i Zabrze – spokojny nurt, widoczne silne zmętnienie wody oraz zwalone do wody drzewa (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 14. Środkowy odcinek rzeki – na granicy Rudy Śląskiej i Zabrze – bystrze, widoczne silne zmętnienie wody i gałęzie z pozaczepianymi zanieczyszczeniami (fot. Maciej Kostecki)





Fot. 15. Środkowy odcinek rzeki – na granicy Rudy Śląskiej i Zabrze – bystrze, widoczne silne zmętnienie wody i gałęzie z pozaczepianymi zanieczyszczeniami (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 16. Środkowy odcinek rzeki – na granicy Rudy Śląskiej i Zabrze – okolice ulic Kempki i Mikosza, spokojny nurt (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 17. Środkowy odcinek rzeki Bytomki – na granicy Rudy Śląskiej i Zabrze – okolice ulic Kempki i Mikosza, gęste trzcinowiska, spokojny nurt (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 18. Środkowy odcinek rzeki – na granicy Rudy Śląskiej i Zabrze – okolice ulic Kempki i Mikosza, brzegi gęsto porośnięte roślinnością ruderalną, spokojny nurt (fot. Maciej Kostecki)





Fot. 19. Rzeka Bytomka – na wysokości ul. Kampki – widoczny boczny dopływ bliżej nieokreślonych spływów (ścieków) (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 20. Rzeka Bytomka – na wysokości ul. Kampki – widoczny boczny zbiornik o bliżej nieokreślonym przeznaczeniu połączony z wodą rzeki (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 21. Rzeką Bytomka – na wysokości ul. Kampki – zakręt rzeki powyżej „przewału” (jazu)  
(fot. Maciej Kostecki)



Fot. 22. Rzeką Bytomka – na wysokości ul. Kampki – stary jaz przelewowy  
(fot. Maciej Kostecki)





Fot. 23. Rzeka Bytomka – na wysokości ul. Kampki – stary jaz przelewowy  
(fot. Maciej Kostecki)



Fot. 24. Rzeka Bytomka – na wysokości ul. Kampki – zakręt rzeki poniżej „przewału” (jazu)  
(fot. Maciej Kostecki)



Fot. 25. Rzeką Bytomka – na wysokości ul. Kampki w Zabrze – obniżenie terenu poza obwałowaniem lewego brzegu rzeki – prawa strona (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 26. Rzeką Bytomka – na wysokości ul. Kampki w Zabrze – obniżenie terenu poza obwałowaniem lewego brzegu rzeki – część środkowa (fot. Maciej Kostecki)





Fot. 27. Rzeka Bytomka – na wysokości ul. Kampki w Zabrze – obniżenie terenu poza obwałowaniem lewego brzegu rzeki – lewa część obniżenia terenu (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 28. Środkowy odcinek rzeki – na terenie Zabrze ul. Bytomska– widoczne przejście spokojnego nurtu w bystrze (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 29. Środkowy odcinek rzeki – na terenie Zabrze ul. Bytomska – spokojny nurt  
(fot. Maciej Kostecki)



Fot. 30. Widok z mostu przy ul. Hagera (fot. Maciej Kostecki)





Fot. 31. Widok z mostu przy ul. Hagera – widoczne umocnienia betonowe brzegów rzeki (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 32. Bytomka – ul. Bytomska/Hagera – roślinność ruderalna (fot. Maciej Kostecki)





Fot. 33. Widok z mostu przy ul. Hagera – ażurowe, betonowe umocnienia brzegu, wylot kanalizacji deszczowej (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 34. Sąsiedztwo mostu przy ul. Hagera – lewy brzeg z umocnieniami betonowymi oberwany prawy brzeg rzeki (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 35. Sąsiedztwo mostu przy ul. Hagera –oberwane umocnienia betonowe prawego brzegu rzeki (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 36. Rzeka Bytomka – sąsiedztwo mostu przy ul. Hagera –oberwane umocnienia betonowe prawego brzegu rzeki (fot. Maciej Kostecki)





Fot. 37. Rzeka Bytomka – sąsiedztwo mostu przy ul. Hagera –oberwane umocnienia betonowe  
prawego brzegu rzek. (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 38. Rzeka Bytomka – sąsiedztwo mostu przy ul. Hagera –oberwane umocnienia betonowe  
prawego brzegu rzeki (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 39. Rzeką Bytomka – poniżej ul. Hagera – roślinność ruderalna (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 40. Rzeką Bytomka – Zabrze – park Dubiela – brzegi rzeki porastają zarośla (fot. Maciej Kostecki)





Fot. 41. Rzeka Bytomka – Zabrze – park Dubiela – brzegi rzeki porastają zarośla  
(fot. Maciej Kostecki)



Fot. 42. Rzeka Bytomka – Zabrze – park Dubiela – zwalone drzewo stanowi zaczep dla śmieci  
(fot. Maciej Kostecki)



Fot. 43. Rzeka Bytomka – Zabrze – park Dubiela – zwalone drzewo stanowi zaczep dla śmieci  
(fot. Maciej Kostecki)



Fot. 44. Rzeka Bytomka – Zabrze – park Dubiela – zwalone drzewo stanowi zaczep dla śmieci  
(fot. Maciej Kostecki)





Fot. 45. Rzeka Bytomka – Zabrze – park Dubiela – zwalone drzewo stanowi zaczep dla śmieci  
(fot. Maciej Kostecki)



Fot. 46. Rzeka Bytomka – Zabrze – park Dubiela – zwalone drzewo stanowi zaczep dla śmieci  
(fot. Maciej Kostecki)





Fot. 47. Rzeka Bytomka – Zabrze – park Dubiela – na gałęziach zaczepione worki plastikowe  
(fot. Maciej Kostecki)



Fot. 48. Rzeka Bytomka – Zabrze – park Dubiela – brzegi rzeki wybrukowane kamieniami  
(fot. Maciej Kostecki)



Fot. 49. Rzeka Bytomka – Zabrze – park Dubiela – brzegi rzeki porasta roślinność ruderalna (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 50. Rzeka Bytomka – Zabrze – most przy ul. Trocera (fot. Maciej Kostecki)





Fot. 51. Rzeka Bytomka – Zabrze – z mostu przy ul. Trocera – dzikie kaczki, widoczna roślinność w nurcie rzeki (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 52. Rzeka Bytomka – Zabrze, poniżej mostu na ul. Trocera – bystrze, widoczne zielone wstęgi roślinności, kaczki krzyżówki (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 53. Końcowy odcinek rzeki Bytomki – na terenie Zabrze ul. Kondratowicza – szybki, spokojny nurt, pod mostem widoczne naniesione gałęzie (fot. Maciej Kostecki)



Fot. 54. Końcowy odcinek rzeki Bytomki – Gliwice ul. Królewskiej Tamy – szybki, spokojny nurt – pod mostem widoczna opona, po lewej stronie zaczepione odpadki (fot. Maciej Kostecki)



**WORKS & STUDIES – PRACE I STUDIA**  
**of the Institute of Environmental Engineering**  
**of the Polish Academy of Sciences**

**Ostatnio ukazały się:**

- 1. Work & Studies – Prace i Studia no 93, Anna Starzewska-Sikorska (red):**  
*Integrated environmental management of land and soil in European urban areas.*  
IPIŚ PAN Zabrze, 2021
- 2. Work & Studies – Prace i Studia no 92, Katarzyna Tokarczyk-Dorociak:**  
*Studium funkcjonowania i skuteczności strategicznych ocen oddziaływania na środowisko na wybranych przykładach.* IPIŚ PAN Zabrze, 2021
- 3. Work & Studies – Prace i Studia no 91, Maciej Kostecki, Alina Pohl, Eligiusz Kowalski: Zbiornik zaporowy „Blachownia” Studium limnologiczne w aspekcie rekultywacji.** IPIŚ PAN Zabrze, 2020
- 4. Works & Studies – Prace i Studia no. 90, Ewelina Wikarek-Paluch, Czesława Rosik-Dulewska: Biodostępność wybranych zanieczyszczeń w gruntach zdegradowanych chemicznie.** IPIŚ PAN, Zabrze 2020.
- 5. Works & Studies – Prace i Studia no. 89, Justyna Gorgoń (red.):**  
*Obszary miejsko-przemysłowe wobec zmian klimatu na przykładzie miast centralnej części Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii.* IPIŚ PAN, Zabrze 2019.
- 6. Works & Studies – Prace i Studia no. 88, Eligiusz Kowalski: Odzysk azotu amonowego ze ścieków metodą strącaniową.** IPIŚ PAN, Zabrze 2018.
- 7. Works & Studies – Prace i Studia no. 87, Czesława Rosik-Dulewska, Katarzyna Nocoń i Urszula Karwaczyńska: Wytwarzanie granulatu z osadów ściekowych i popiołów lotnych w celu ich przyrodniczego (nawozowego) odzysku.** IPIŚ PAN, Zabrze 2016.
- 8. Works & Studies – Prace i Studia no. 86, Franciszek Pistelok: Analiza wpływu zanieczyszczeń ze źródeł komunalnych na stan czystości wód powierzchniowych na przykładzie zlewni Przemszy.** IPIŚ PAN, Zabrze 2016.

**Zamówienia na prenumeratę proszę kierować:**  
**Biblioteka Instytutu Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrzu**  
**[aep@ipispan.edu.pl](mailto:aep@ipispan.edu.pl)**

**PL ISSN 0208-4112**  
**ISBN 978-83-60877-22-7**

