

Kompleksowa analiza stanu zbiornika Rogoźnik I wraz z przedstawieniem propozycji rozwiązań naprawczych

Raport końcowy

Katowice, listopad 2018

Zleceniodawca:

Gmina Bobrowniki, ul. Gminna 8, 42-583 Bobrowniki

Wykonawca:

Uniwersytet Śląskiego w Katowicach, ul. Bankowa 12, 40-007 Katowice
Śląskie Centrum Wody Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach

Data zawarcia umowy:

5 lutego 2018

Podstawa wykonania opracowania:

Umowa nr 1/ZIZOZAP/2018

Zespół autorski:

dr Andrzej Woźnica, koordynator prac	Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Katedra Biochemii, Uniwersytet Śląski w Katowicach, Śląskie Centrum Wody UŚ
dr hab. Damian Absalon	Wydział Nauk o Ziemi, Katedra Geografii Fizycznej, Uniwersytet Śląski w Katowicach, Śląskie Centrum Wody UŚ
dr Anna Ciepłok	Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Katedra Hydrobiologii, Uniwersytet Śląski w Katowicach
dr hab. Mariola Krodkiewska	Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Katedra Biochemii, Uniwersytet Śląski w Katowicach
dr inż. Marcin Libera	Wydział Matematyki, Fizyki i Chemii, Instytut Chemii, Uniwersytet Śląski w Katowicach
dr Bartosz Łozowski	Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Katedra Fizjologii i Ekotoksykologii Zwierząt, Uniwersytet Śląski w Katowicach, Śląskie Centrum Wody UŚ
dr Magdalena Matysik	Wydział Nauk o Ziemi, Katedra Geografii Fizycznej, Uniwersytet Śląski w Katowicach
dr Teresa Nowak	Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Katedra Botaniki i Ochrony Przyrody, Uniwersytet Śląski w Katowicach
dr Andrzej Pasierbiński	Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Katedra Botaniki i Ochrony Przyrody, Uniwersytet Śląski w Katowicach
mgr Łukasz Pszczeliński	Śląskie Centrum Wody UŚ, Uniwersytet Śląski w Katowicach
mgr inż. Andrzej Siudy	Śląskie Centrum Wody UŚ, Uniwersytet Śląski w Katowicach
mgr inż. Rafał Ulańczyk	Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy



W przygotowywaniu niniejszego dokumentu wykorzystano następujące narzędzia wypracowane w ramach zrealizowanego w latach 2010-2014 strategicznego projektu badawczego „Zintegrowany system wspomagający zarządzaniem i ochroną zbiornika zaporowego” – ZiZOZap (umowa POIG 01.01.02-24-078/09):

1. Sposób Tworzenia Map Nawigacyjnych Zbiorników Wodnych;
2. Metoda Oceny Zagrożenia Ekosystemu Zbiornika Wodnego W Aspekcie Bilansu Substancji Biogennych;
3. Sposób Postępowania Umożliwiający Utrzymywanie Optymalnej Powierzchni Szuwarów;
4. Metodyka Szacowania Wydolności Szuwarów Jako Biofiltra W Ekosystemie Zbiornika Na Podstawie Oceny Zawartości Węgla, Azotu, Siarki I Fosforu W Roślinności Szuwarowej;
5. Ocena Stanu Ekosystemu Zbiornika Zaporowego W Aspekcie Zanieczyszczenia Osadów Dennyh;
6. Parametry Submodeli Organizmów Dla Modelu Elcom/Caedym.

Spis treści

1.	Zakres wykonanych prac badawczych.....	1
2.	Historia powstania zbiornika Rogoźnik I	2
3.	Charakterystyka zlewni i zbiornika Rogoźnik I.....	4
3.1	Wyznaczenie zlewni wód powierzchniowych na numerycznym modelu terenu.....	4
3.2	Położenie, rzeźba terenu i budowa geologiczna	5
3.3	Warunki klimatyczne	6
3.4	Wody powierzchniowe i podziemne	7
3.4.1	Wody powierzchniowe	7
3.4.2	Wody podziemne	12
3.5	Szata roślinna	14
3.5.1	Inwentaryzacja szaty roślinnej	14
3.5.2	Ogólna charakterystyka roślinności.....	23
3.6	Ichtiofauna i zoobentos zbiornika Rogoźnik I.....	26
3.6.1	Ichtiofauna.....	26
3.6.2	Zoobentos w strefie przybrzeżnej zbiornika Rogoźnik I	33
3.7	Sposoby użytkowania terenu	36
4.	Zbiornik Rogoźnik I	38
4.1	Urządzenia hydrotechniczne	39
4.2	Sposoby korzystania ze zbiornika Rogoźnik I	41
4.3	Charakterystyka czaszy.....	44
4.3.1	Morfometria zbiorników Rogoźnik I oraz Rogoźnik II	48
4.4	Fizykochemiczna i biologiczna charakterystyka wód zbiorników Rogoźnik.....	51
4.5	Roślinność zanurzona	71
4.6	Osady denn.....	72
5.	Model zbiornika Rogoźnik I	81
5.1	Dane przestrzenne i struktura modelu.....	81
5.2	Konfiguracja modelu i dane wejściowe	84
5.2.1	Podstawowa konfiguracja modelu	84
5.3	Konfiguracja plików wyjściowych.....	90
5.4	Analiza wybranych scenariuszy	91
5.4.1	Prędkość przepływu wody oraz czas retencji w różnych warunkach hydrologicznych.....	91

5.4.2	Symulacja napełniania zbiornika	97
5.4.3	Wpływ redukcji dopływu biogenów i fitoplanktonu ze zbiornika Rogoźnik II na stężenia w zbiorniku Rogoźnik I	99
5.4.4	Wpływ obniżenia poziomu piętrzenia na stężenie biogenów i chlorofilu w zbiorniku	105
5.4.5	Podsumowanie	111
6.	Analiza przyczynowo-skutkowa (D-P-S-I-R) stanu zbiornika Rogoźnik I	113
6.1	Czynniki sprawcze zmian środowiskowych i ich analiza	114
7.	Możliwości finansowania działań naprawczych	127
7.1	Źródła finansowania programu naprawczego	129
7.1.1	Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej	129
7.1.2	Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach	130
7.1.3	Regionalny Program Operacyjny Województwa Śląskiego na lata 2014-2020	132
7.1.4	Program LIFE	132
7.1.5	Program Infrastruktura i Środowisko 2014-2020	133
8.	Wykaz materiałów źródłowych	135

Spis tabel

Tabela 1.	Zestawienie opadów roku normalnego (N), suchego (S) i wilgotnego (W)	7
Tabela 2.	Charakterystyczne przepływy miesięczne i roczne [$m^3 s^{-1}$]	8
Tabela 3.	Wyniki pomiarów natężenia przepływu	10
Tabela 4.	Zestawienie źródeł w zlewni zbiorników Rogoźnik	12
Tabela 5.	Alfabetyczny wykaz odnotowanych gatunków roślin	16
Tabela 6.	Zestawienia gatunków ryb złowionych w zbiorniku Rogoźnik I w latach 2014–2016 (na podstawie rejestrów połowu Okręgu Polskiego Związku Wędkarskiego w Katowicach)	27
Tabela 7.	Zarybienia zbiornika Rogoźnik I w latach 2014–2016 na podstawie rejestrów Okręgu Polskiego Związku Wędkarskiego w Katowicach	28
Tabela 8.	Ryby odłowione metodami wędkarskimi w zbiorniku Rogoźnik I w sierpniu 2018 roku (badania własne)	29
Tabela 9.	Lokalizacja stanowisk poboru prób fauny dennej	33
Tabela 10.	Udział taksonów w faunie dennej na stanowiskach badań	35
Tabela 11.	Charakterystyka zbiorników Rogoźnik I i Rogoźnik II	38
Tabela 12.	Parametry głębokości i objętości zbiornika Rogoźnik I wyznaczone technikami sonarograficznymi	47

Tabela 13. Parametry głębokości i objętości zbiornika Rogoźnik II wyznaczone technikami sonarograficznymi	48
Tabela 14. Charakterystyka morfometryczna Jeziora Rogoźnik I.....	49
Tabela 15. Charakterystyka morfometryczna Jeziora Rogoźnik II.....	50
Tabela 16. Wyniki pomiarów próbek wody z 24 lipca 2018 r. wraz z lokalizacją punktów pomiarowych.	51
Tabela 17. Szacowana objętości i miąższości osadów dennych w zbiorniku Rogoźnik I, całkowita objętość osadów 149 698 m ³ , głębokość referencyjna 2,48 m	75
Tabela 18. Szacowana objętości i miąższości osadów dennych w zbiorniku Rogoźnik II, całkowita objętość osadów 363 601 m ³ , głębokość referencyjna 3,05 m	76
Tabela 19. Parametry jakościowe osadów dennych w zbiorniku Rogoźnik I wraz z klasyfikacją zgodną z Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (Dz. U. 2016 poz. 1395)	77
Tabela 20. Parametry jakościowe osadów dennych w zbiorniku Rogoźnik II	80
Tabela 21. Miąższość warstw wody w modelu zbiornika.....	82
Tabela 22. Dopływy i odpływy w modelu zbiornika	83
Tabela 23. Wyniki analiz jakości wody, użyte jako dane wejściowe do modelu zbiornika	88
Tabela 24. Szacowane, miesięczne wartości parametrów jakości wód dopływających do zbiornika Rogoźnik I	89
Tabela 25. Stan początkowy jakości wody w zbiorniku, przyjęty w modelu dla stycznia	90
Tabela 26. Średnie, minimalne i maksymalne stężenia chlorofilu, azotu i fosforu na odpływie ze zbiornika oraz redukcja tych stężeń w odniesieniu do scenariusza bazowego	100
Tabela 27. Maksymalne, roczne stężenia chlorofilu, azotu i fosforu w zbiorniku oraz redukcja tych stężeń w odniesieniu do scenariusza bazowego	101
Tabela 28. Wyniki analizy przyczynowo-skutkowej D-P-S-I-R dla zbiornika Rogoźnik I	124

Spis rysunków

Rys. 1. Pola eksploatacji piasku: A – mapa terenu sprzed rekultywacji terenu; B – teren objęty rekultywacją Źródła: A. Szymczyk, 2001; B – na podstawie ORSIP 1957-1961.....	3
Rys. 2. Zlewnia zbiornika Rogoźnik I.....	4
Rys. 3. Obszary akumulacji spływu powierzchniowego (ang. <i>catchment area</i>) w zlewni zbiornika Rogoźnik I. Linie spływu powierzchniowego wyznaczono na podstawie numerycznego modelu terenu (NMT)	5
Rys. 4. Zlewnia Jaworzniaka na tle mezoregionów w podziale fizycznogeograficznym J. Kondrackiego	6
Rys. 5. Średnie miesięczne sumy opadów atmosferycznych na posterunku Brynica w wieloletniu 1961–1990 Źródło: Absalon D., Jankowski A.T., Leśniok M., 2001, Komentarz do Mapy Hydrograficznej Polski, ark. M-34-51-C (Siewierz).....	7

Rys. 6. Charakterystyczne przepływy w przekroju wodowskazowym Brynica w wieloleciu 1961–1999 Źródło: Absalon D., Jankowski A.T., Leśniak M., 2001, Komentarz do Mapy Hydrograficznej Polski, ark. M-34-51-C (Siewierz).....	8
Rys. 7. Jednolite Części Wód Powierzchniowych analizowanego obszaru i jego otoczenia	9
Rys. 8. Lokalizacja punktów pomiarowych natężenia przepływu (numeracja zgodna z Tabelą Tabela 3)	10
Rys. 9. Źródła w zlewni zbiorników Rogoźnik (numeracja zgodna z Tabelą 4).....	13
Rys. 10. Jednolite Części Wód Podziemnych analizowanego obszaru i jego otoczenia	14
Rys. 11. Udział form życiowych we florze analizowanego obszaru.....	23
Rys. 12. Udział grup ekologiczno-siedliskowych we florze analizowanego obszaru	23
Rys. 13. Zasięg roślinności szuwarowej w zbiorniku Rogoźnik I w 2018 roku.....	26
Rys. 14. Analiza parametrów ryb odłowionych w zbiorniku Rogoźnik I.....	32
Rys. 15. Udział ryb drapieżnych i ryb karpiowatych w zbiorniku Rogoźnik I.....	32
Rys. 16. Lokalizacja stanowisk poboru próbek do badań fauny dennej na zbiorniku Rogoźnik I.....	34
Rys. 17. Zagęszczenie fauny dennej na stanowiskach badań w zbiorniku Rogoźnik I.....	34
Rys. 18. Biomasa fauny dennej na stanowiskach badań w zbiorniku Rogoźnik I.....	35
Rys. 19. Użytkowanie terenu zlewni zbiornika Rogoźnik I na podstawie Urban Atlas (2006) Źródło: https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas	37
Rys. 20. Mapa batymetryczna zbiornika Rogoźnik I.....	46
Rys. 21. Mapa batymetryczna zbiornika Rogoźnik II.....	46
Rys. 22. Krzywe napełnienia zbiorników Rogoźnik I (A) i Rogoźnik II (B) wykonane na podstawie pomiarów batymetrycznych (interpolacja danych i analiza batymetrii z użyciem ReffMaster2).....	47
Rys. 23. Mapa punktów poboru próbek wód zbiorników Rogoźnik do oceny wskaźników fizykochemicznych i biologicznych	51
Rys. 24. Mętność wody w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	53
Rys. 25. Barwa wody w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	54
Rys. 26. Odczyn wody w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)	54
Rys. 27. Potencjał redoks wody w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)	54
Rys. 28. Stężenie jonu amonowego w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)	55
Rys. 29. Stężenie azotanów III (NO_2^-) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	55
Rys. 30. Stężenie azotanów V (NO_3^-) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	55
Rys. 31. Stężenie azotu mineralnego w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	56

Rys. 32. Przenikalność wody przez promieniowanie UV o długości fali 254 nm w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	56
Rys. 33. Stężenie tlenu rozpuszczonego w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	56
Rys. 34. Wysycenie wody tlenem w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)	57
Rys. 35. Stężenie chlorków w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)	57
Rys. 36. Twardość ogólna wody w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	57
Rys. 37. Zasadowość ogólna wody w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	58
Rys. 38. Stężenie wapnia w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)	58
Rys. 39. Stężenie magnezu w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)	58
Rys. 40. Stężenie części rozpuszczalnych w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	59
Rys. 41. Stężenie siarczanów w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)	59
Rys. 42. Przewodność elektrolityczna wody w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)	59
Rys. 43. Stężenie glinu w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)	60
Rys. 44. Stężenie azotu Kjeldahla w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	60
Rys. 45. Stężenie ogólnego węgla organicznego (OWO) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	60
Rys. 46. Stężenie fosforu ortofosforanowego rozpuszczonego w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	61
Rys. 47. Stężenie fosforu ogólnego w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)	61
Rys. 48. Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	61
Rys. 49. Biologiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	62
Rys. 50. Stężenie krzemianów w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.) ...	62
Rys. 51. Stężenie zawiesiny ogólnej w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)	62
Rys. 52. Liczba bakterie grupy coli w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)	63
Rys. 53. Liczba bakterii <i>Escherichia coli</i> w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	63
Rys. 54. Liczba enterokoków (<i>Enterococci</i>) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	63

Rys. 55. Liczba bakterii <i>Clostridium perfringens</i> w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	64
Rys. 56. Liczba organizmów sinic (<i>Cyanophyceae</i>) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	64
Rys. 57. Liczba organizmów euglenin (<i>Euglenophyceae</i>) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	64
Rys. 58. Liczba organizmów bruzdnic (<i>Dinophyceae</i>) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	65
Rys. 59. Liczba organizmów złotowiciowców (<i>Chryzophyceae</i>) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	65
Rys. 60. Liczba organizmów kryptofitów (<i>Cryptophyceae</i>) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	65
Rys. 61. Liczba organizmów okrzemków (<i>Bacillariophyceae</i>) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	66
Rys. 62. Liczba organizmów zielenic (<i>Chlorophyceae</i>) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	66
Rys. 63. Liczba organizmów zooplanktonowych w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	66
Rys. 64. Suma organizmów planktonowych w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.).....	67
Rys. 65. Mapy rozkładu stężeń tlenu rozpuszczonego w wodach zbiorników Rogoźnik I (A) i Rogoźnik II (B) wykonane metodą kriginu zwyczajnego	69
Rys. 66. Mapy rozkładu nasycenia wody tlenem w zbiornikach Rogoźnik I (A) i Rogoźnik II (B) wykonane metodą kriginu zwyczajnego	69
Rys. 67. Mapy rozkładu odczynu pH w wodach zbiorników Rogoźnik I (A) i Rogoźnik II (B) wykonane metodą kriginu zwyczajnego	70
Rys. 68. Mapy rozkładu mętności w wodach zbiorników Rogoźnik I (A) i Rogoźnik II (B) wykonane metodą kriginu zwyczajnego	70
Rys. 69. Mapy rozkładu temperatury wody w zbiornikach Rogoźnik I (A) i Rogoźnik II (B) wykonane metodą kriginu zwyczajnego	70
Rys. 70. Mapy rozkładu przewodności elektrolitycznej wody zbiorników Rogoźnik I (A) i Rogoźnik II (B) wykonane metodą kriginu zwyczajnego	71
Rys. 71. Mapy rozkładu zasolenia wód zbiorników Rogoźnik I (A) i Rogoźnik II (B) wykonane metodą kriginu zwyczajnego.....	71
Rys. 72. Sonarowy obraz zbiornika Rogoźnik I (górnym) i Rogoźnik II (dolnym). Niebieska strzałka wskazuje toń wodną, czarna powierzchnię dna, czerwona roślinność zanurzoną. Pomiary wykonane w lipcu 2018 r.	72
Rys. 73. Analiza dna zbiornika Rogoźnik I.....	73

Rys. 74. Obrazy sonograficzne dna zbiornika: 1 – roślinność zanurzona , 2 – strefa PSV osadów dennych	74
Rys. 75. Cechy dna zbiornika Rogoźnik I (kolejne mapy: twardość dna – sygnał PSV- A, szorstkość/chropowatość dna – sygnał E1 B, twardość dna – sygnał E2 -C).....	74
Rys. 76. Cechy dna zbiornika Rogoźnik II (kolejne mapy: twardość dna – sygnał SV- A, szorstkość/chropowatość dna – sygnał E1-B, twardość dna – sygnał E2-C)	75
Rys. 77. Lokalizacja miejsc poboru osadów na zbiorniku Rogoźnik I i Rogoźnik II (podkład mapowy: Google Earth®).....	76
Rys. 78. Dane sonarowe, użyte do sporządzenia mapy batymetrycznej	82
Rys. 79. Mapa batymetryczna modelu o rozdzielczości 10 metrów z lokalizacją dopływów i odpływu... ..	84
Rys. 80. Dane meteorologiczne użyte w modelu zbiornika (linia czerwona oznacza średnią ruchomą dla 10 dni).....	85
Rys. 81. Dystrybuanta przepływu oparta o dwa pomiary przepływu i dystrybuantę opadu atmosferycznego (oś pionowa to prawdopodobieństwo wystąpienia przepływu, a oś pozioma to natężenie przepływu – m ³ /s).....	87
Rys. 82. Dobowe wartości głównego dopływu do zbiornika, oszacowane na podstawie zależności opad-odpływ	87
Rys. 83. Średnia roczna prędkość i kierunek przepływu wody – scenariusz 1	91
Rys. 84. Średnia roczna prędkość i kierunek przepływu wody – scenariusz 2	92
Rys. 85. Średnia roczna prędkość i kierunek przepływu wody – scenariusz 3	92
Rys. 86. Prędkość i kierunek przepływu wody w okresie, w którym dominującym czynnikiem jest wiatr (scenariusz 1 po lewej, scenariusz 2 po prawej)	93
Rys. 87. Prędkość i kierunek przepływu wody w okresie, w którym dominującym czynnikiem jest dopływ wód powierzchniowych (scenariusz 1 po lewej, scenariusz 2 po prawej)	93
Rys. 88. Poziom piętrzenia wody dla trzech scenariuszy dopływu do zbiornika.....	94
Rys. 89. Czas retencji wody w odpływie ze zbiornika (3 scenariusze dopływu).....	95
Rys. 90. Czas retencji wody w pionowej kolumnie wody, w najgłębszej części zbiornika (góra: scenariusz 1, środek: scenariusz 2, dół: scenariusz 3)	96
Rys. 91. Czas retencji wody przy dnie (strona prawa) i przy powierzchni (strona lewa) dla scenariusza 1	97
Rys. 92. Temperatura wody przy dnie (strona prawa) i przy powierzchni (strona lewa) dla scenariusza 1	97
Rys. 93. Czas napełniania zbiornika do poziomu NPP i MaxPP („1a” dopływ zmienny w czasie i poziom początkowy równy MinPP; „1b” dopływ minimalny i poziom początkowy równy MinPP; „2a” dopływ zmienny w czasie i poziom początkowy równy MinPP-0,5m; „2b” dopływ minimalny i poziom początkowy równy MinPP-0,5m)	98

Rys. 94. Stężenie chlorofilu, azotu i fosforu na odpływie ze zbiornika dla scenariusza bazowego (scenariusz 0), dla redukcji zanieczyszczeń o 10% (scenariusz 1) oraz dla redukcji dopływu zanieczyszczeń o 20% (scenariusz 2).....	100
Rys. 95. Średnie i maksymalne stężenie chlorofilu w rocznej symulacji dla scenariusza bazowego (scen. 0) i dla redukcji zanieczyszczeń o 10% (scen. 1) oraz o 20% (scen. 2).....	102
Rys. 96. Średnie i maksymalne stężenie azotu w rocznej symulacji dla scenariusza bazowego (scen. 0) i dla redukcji zanieczyszczeń o 10% (scen. 1) oraz o 20% (scen. 2).....	103
Rys. 97. Średnie i maksymalne stężenie fosforu w rocznej symulacji dla scenariusza bazowego (scen. 0) i dla redukcji zanieczyszczeń o 10% (scen. 1) oraz o 20% (scen. 2).....	104
Rys. 98. Zmiany w czasie stężenia chlorofilu , azotu i fosforu w pionowej kolumnie wody, w najgłębszej części zbiornika.....	106
Rys. 99. Stężenie chlorofilu alfa przy powierzchni (top) i przy dnie (bottom) dla warunków z 05.03.2016 r. oraz 12.05.2016 r.	107
Rys. 100. Stężenie azotu przy powierzchni (top) i przy dnie (bottom) dla warunków z 05.03.2016 r. oraz 12.05.2016 r.	108
Rys. 101. Stężenie fosforu przy powierzchni (top) i przy dnie (bottom) dla warunków z 05.03.2016 r. oraz 12.05.2016 r.	109
Rys. 102. Stężenie chlorofilu alfa w zbiorniku: góra – wartości średnie roczne, dół – wartości maksymalne roczne.....	110
Rys. 103. Stężenie azotu w zbiorniku: góra – wartości średnie roczne, dół – wartości maksymalne roczne	111
Rys. 104. Schemat analizy D-P-S-I-R z proponowanym systemem powiązań w system zarządzania środowiskiem	114
Rys. 105. Presja turystyczna wynikająca z użytkowania plaż na zbiorniku Rogoźnik I i II Źródło: Google Earth®.	116
Rys. 106. Dokumentacja lokalizacji miejsc „dzikich wysypisk” i odpadów pozostawionych w obszarze zlewni bezpośredniej zbiorników Rogoźnik I i Rogoźnik II	117
Rys. 107. Przykład rozwiązania – ozdobione graffiti pojemniki na śmieci, do wykonania np. z blaszanej beczki przez młodzież szkolną w ramach konkursów środowiskowych.....	119

Spis fotografii

Fot. 1. Widok na zbiornik Rogoźnik I od strony północnej (29.03.2018, fot. Damian Absalon).....	2
Fot. 2. Ilość wody dostarczanej ze zbiornika Rogoźnik II do zbiornika Rogoźnik I może być regulowana za pomocą jazu (29.03.2018, fot. Damian Absalon)	11
Fot. 3. Ujście potoku Jaworznik do zbiornika Rogoźnik II w okresie wiosennym (29.03.2018, po lewej) i letnim (21.08.2018, po prawej) – fot. Damian Absalon	11
Fot. 4. Dopływ wschodni zasilający zbiornik Rogoźnik II (21.08.2018, fot. Damian Absalon).....	12

Fot. 5. Pomiar wydajności źródła nr 8 zasilającego dopływ do zbiornika Rogoźnik II (21.08.2018, fot. Damian Absalon)	13
Fot. 6. Infrastruktura budowlana wokół zbiornika Rogoźnik I: A – Zastawki Jaz 2 (zasuwy płaskie podnoszone mechanizmami palczatkowymi); B – stara przystań na wschodnim brzegu zbiornika; C – ruiny starej kawiarni; D – studzienka instalacji odwodnienia nieistniejącej infrastruktury, E – fundamenty nieistniejącej infrastruktury	39
Fot. 7. Jaz piętrzący wody Jawornika (Rogoźnik II): A- jaz od strony północnej, B – uszkodzona struktura betonu jazu; C i D- urządzenia spustowe jazu; E - kanał doprowadzający wody do zbiornika Rogoźnik I.	40
Fot. 8. Ruiny i najbliższe otoczenie dawnej kawiarni	43
Fot. 9 Tablice na ścieżce edukacyjnej wokół zbiorników Rogoźnik	43
Fot. 10. Pozostawione w terenie odpady komunalne – A, B, C „dzikie wysypiska” odpadów; D, E – śmieci pozostawione na stanowiskach wędkarskich.....	44
Fot. 11. Sposób prowadzenia pomiarów batymetrycznych	45
Fot. 12. Pomiary wód zbiornika Rogoźnik I za pomocą sondy wieloparametrowej.....	68

Spis załączników cyfrowych

Załącznik cyfrowy nr 1 – Decyzja Okręgu Polskiego Związku Wędkarskiego w Katowicach dotycząca zgody na przeprowadzenie odłowów kontrolnych w zbiorniku Rogoźnik I (plik PDF)

Załącznik cyfrowy nr 2 – Mapy batymetryczne zbiorników Rogoźnik I oraz Rogoźnik II (pliki PNG oraz KML)

Załącznik cyfrowy nr 3 – Raporty analiz fizykochemicznych wód z punktów pomiarowych na zbiornikach Rogoźnik I oraz Rogoźnik II (plik PDF)

Załącznik cyfrowy nr 4 – Raport analiz fizykochemicznych osadów z punktów pomiarowych na zbiornikach Rogoźnik I oraz Rogoźnik II (plik PDF)

Załącznik cyfrowy nr 5 – Matematyczny model ekosystemowy zbiornika Rogoźnik I przygotowany za pomocą programu AEM3D (plik ZIP)

Załącznik cyfrowy nr 6 – Baza lokalizacji punktów, które zostały zaśmiecone, zanieczyszczone lub stanowią dzikie wysypiska wraz ze zdjęciami (plik KMZ)

Synteza

Zbiorniki wodne w dolinie Jaworznika stanowią obecnie unikatowy kompleks zbiorników paciorkowych. Zarządzanie gospodarką wodą i środowiskiem takich zbiorników, ze względu na silne powiązania pomiędzy nimi, wymaga wspólnego systemu zarządzania. Planowanie na takich obszarach działań mających na celu poprawę jakości ich wód, wymaga kompleksowego podejścia do zarządzania środowiskiem wodnym z uwzględnieniem działalności prowadzonej zarówno na obszarze zbiorników jak i ich zlewni.

Zbiornik Rogoźnik I położony jest na terenie wsi Rogoźnik w województwie śląskim, powiecie będzińskim i gminie Bobrowniki (Fot. 1). Jest on jednym z trzech zbiorników wodnych, które powstały na terenach poeksploatacyjnych Kopalni Piasku Siemonia.

Zgodnie z podziałem fizycznogeograficznym Polski analizowany teren jest położony w obrębie Garbu Tarnogórskiego (341.12) będącego częścią Wyżyny Śląskiej (341). Całkowita powierzchnia tak wyznaczonej zlewni zbiornika Rogoźnik I wynosi 1532 ha, z czego 947,6 ha (61,8%) znajduje się na terenie gminy Bobrowniki, 568,2 ha (37%) leży w obrębie gminy Psary, a 17,9 ha (ok. 1%) to teren gminy Mierzęcice. W obrębie zlewni znajdują się również zbiorniki Rogoźnik II oraz Rogoźnik III. Głównym ciekim zasilającym te trzy zbiorniki jest potok Jaworznik wraz z dopływami, których bieg pokrywa się w większości z wyznaczonymi obszarami akumulacji sptywu powierzchniowego.

Zbiorniki Rogoźnik I oraz Rogoźnik II położone są na terenie Jednolitej Części Wód Powierzchniowych (JCWP) PLRW20006212674 Jaworznik. Jest zaliczany do typu abiotycznego 6 – potok wyżynny węglanowy z substratem drobnoziarnistym na lessach i lessopodobnych; JCW – naturalna; stan Jaworznik jest zły. Dla JCW PLRW20006212674 Jaworznik w Planie Gospodarowania Wodami na terenie dorzecza Wisły ze względu na brak możliwości technicznych ustalono termin osiągnięcia dobrego stanu na rok 2021 (derogacja).

Przeprowadzone analizy wykazały, że czynnikami sprawczymi wpływające na stan wód zbiorników Rogoźnik I i Rogoźnik II oraz ekosystemów, które są z tymi wodami związane są: nieuporządkowanym statusem prawnym budowli hydrotechnicznych, urządzeń wodnych oraz innej infrastruktury budowlanej, turystyką i rekreacją, urbanizacją, rolnictwo oraz gospodarką rybacką/wędkarską.

Dla rozwiązania tych problemów konieczne jest powierzenie obowiązków utrzymania wód i urządzeń wodnych zespołowi, który zajmie się uporządkowaniem problemów prawnych i zarządzaniem gospodarką wodną na zbiornikach zbudowanych na potoku Jaworznik. Ważne jest wyburzenie lub naprawa zniszczonej infrastruktury budowlanej (stara kawiarnia, naprawa/zabezpieczenie /wyburzenie schodów uszkodzonych studzienek i innej infrastruktury na wschodnim brzegu zbiornika Rogoźnik.

Należy uregulować sposób postępowania z odpadami komunalnymi. Wymaga to porozumienia pomiędzy: Gminą Bobrowniki, gminą Psary, Lasami Państwowymi i PZW. Ważnym, wydaje się uaktywnienie straży rybackiej, straży leśnej i policji w kierunku kontroli przestrzegania regulaminów przez turystów, możliwe jest również wprowadzenie systemów monitoringu.

Konieczne jest zorganizowanie akcji oczyszczania terenu ze śmieci z zaangażowaniem przede wszystkim wędkarzy, ochotniczej straży pożarnej i mieszkańców gminy. Ważne jest prowadzenia akcji edukacyjnej, której celem ma być zaangażowanie wędkarzy i mieszkańców gminy w działania poprawiające stan środowiska. Należy przeciwdziałać procesom uszczelnienia powierzchni gruntu i promować nawierzchnie przepuszczalne.

Powinien być opracowany precyzyjny etapowy plan działań, ze szczególnym uwzględnieniem możliwości właściwej utylizacji usuwanych roślin inwazyjnych. W przypadku drzewiastych gatunków inwazyjnych ich eliminacja i kontrola populacji powinny być elementem szerszej zakrojonych działań prowadzących do przebudowy drzewostanów w otoczeniu zbiorników w celu ich naturalizacji.

Należy przedsięwziąć działania edukacyjne, których celem będzie zwrócenie uwagi mieszkańców i przyjezdnych na problem śmieci w najbliższym otoczeniu zbiorników, powierzchni uszczelnionych, gatunków inwazyjnych.

Ograniczenie skutków działalności rolniczej można osiągnąć poprzez tworzenie stref ekotonowych (strefy przejściowe pomiędzy obszarami rolniczymi a pozostałą częścią zlewni/zbiornika), których zadaniem będzie podnoszenie stabilności ekosystemów leśnych w zlewni a także zbiorników kompleksu Rogoźnik. Taką rolę mogą pełnić strefy szuwarowe wokół zbiornika. Ważne jest również stosowanie dobrych praktyk rolniczych, które powinny obejmować sposoby nawożenia oraz zasady postępowania z odpadami rolniczymi.

Biorąc pod uwagę zakres zadań planowanych do wykonania na terenie zbiorników Rogoźnik I, II i III celowe jest wyodrębnienie właściwej jednostki organizacyjnej i powierzenie jej planowanych zadań lub korzystniej utworzenie spółki prawa handlowego zgodnie z art. 2 i art. 9 ustawy o gospodarce komunalnej.

Pozyskiwanie funduszy zewnętrznych dla działań Centrum Rekreacyjnego Rogoźnik wymaga kreatywnego podejścia mając na uwadze mnogość programów celowych oraz zmiany następujące w tych programach. Kreatywne podejście powinno obejmować tworzenie bazy potencjalnych projektów i poszukiwanie możliwości ich finansowania.

1. Zakres wykonanych prac badawczych

Zgodnie z umową Umowa nr 1/ZIZOZAP/2018 zawartą 5 lutego 2018 zakres wykonanych prac badawczych obejmował:

- Opracowanie numerycznego modelu czaszy zbiornika Rogoźnik I na podstawie pomiarów batymetrycznych i analizy dokumentów hydrotechnicznych zbiornika;
- Wykonanie analiz jakościowych i ilościowych osadów wraz z rozkładem przestrzennym w czaszy zbiornika Rogoźnik I (morfologia osadów);
- Wyznaczenie zlewni wód powierzchniowych na numerycznym modelu terenu, określenie lokalizacji źródeł zanieczyszczeń w zlewni Rogoźnik I;
- Wyznaczenie lokalizacji źródeł potencjalnych zanieczyszczeń zbiornika Rogoźnik I na podstawie analizy bezpośrednich dopływów i presji na zbiornik;
- Opracowanie struktury gatunkowej i wiekowej ryb w zbiorniku Rogoźnik I na podstawie elektrodłowów oraz analizy dokumentacji PZW lub innej dostępnej, wyznaczenie bazy pokarmowej ryb – zoobentos;
- Wykonanie inwentaryzacji jakościowej i ilościowej roślinności zbiornika Rogoźnik I oraz jego bezpośredniej zlewni, oszacowanie potencjału remediacyjnego roślinności szuwarowej, określenie korzystnej lokalizacji i wielkości obszarów roślinności szuwarowej zbiornika Rogoźnik I;
- Opracowanie map zbiornika Rogoźnik I zawierających parametry fizykochemiczne w regularnej siatce na podstawie analiz parametrów fizykochemicznych dopływów;
- Opracowanie zaleceń i wytycznych do rekultywacji z uwzględnieniem różnorodnych rozwiązań wg uzgodnień z Zamawiającym, z oceną potencjalnych efektów – analiza DPSIR (Driving Forces-Pressures-State-Impact-Responses, Czynniki sprawcze-Presje-Stan-Wpływ-Reakcja);
- Opracowanie matematycznego modelu zbiornika Rogoźnik I (AEM3D) zawierającego opcje badania scenariuszy zdarzeń związanych z rozwiązaniami wprowadzanymi na zbiornik w zakresie planowanej rekultywacji.

Ze względu na bezpośredni i istotny wpływ zlewni oraz wód zbiornika Rogoźnik II na jakość wód zbiornika Rogoźnik I badaniami objęto również zbiornik Rogoźnik II. Ponadto dla zbiornika Rogoźnik III wykonano badania fizykochemiczne wody.

2. Historia powstania zbiornika Rogoźnik I

Zbiornik Rogoźnik I położony jest na terenie wsi Rogoźnik w województwie śląskim, powiecie będzińskim i gminie Bobrowniki (Fot. 1). Jest on jednym z trzech zbiorników wodnych, które powstały na terenach poeksploatacyjnych Kopalni Piasku Siemonia.

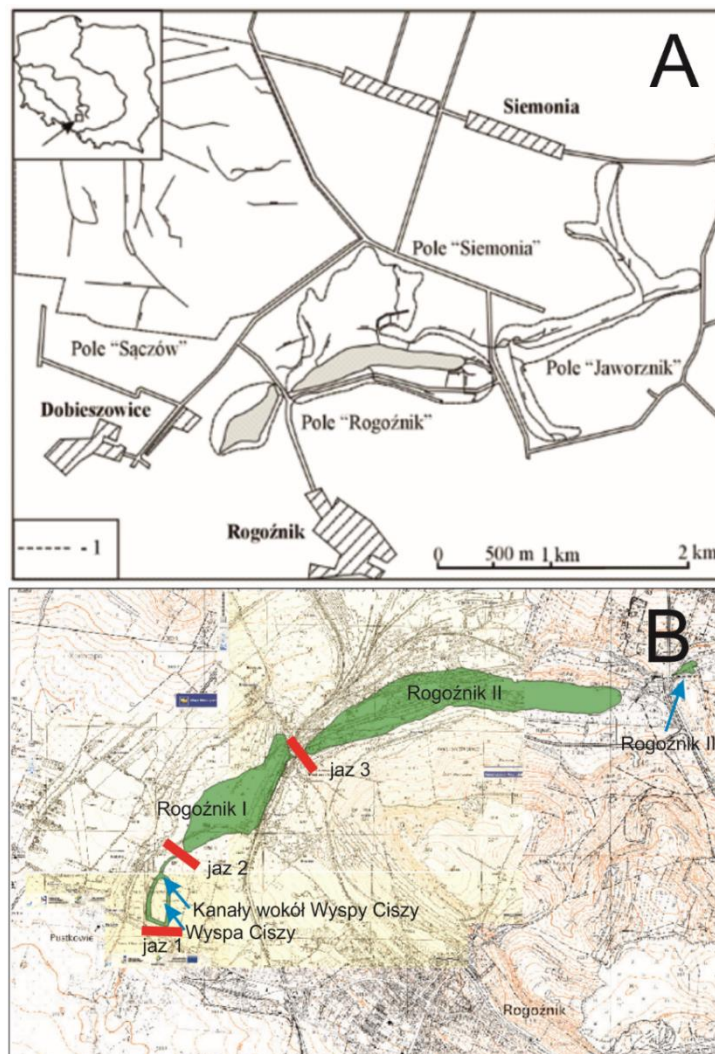
Eksplorację piasku podsadzkowego w piaskowni Siemonia prowadzono od 1922 r. Do 1951 roku eksploatacją piasku zajmowała się Kopalnia Jowisz w Wojkowicach Komornych, należąca do Towarzystwa Górniczego „Saturn”. Od 1951 r. eksploatację piasku prowadziły Sosnowickie Zakłady Materiałów Podsadzkowych w Sosnowcu. Wyczerpanie się złoża piasku w Siemoni (pole Rogoźnik) w latach 50. XX wieku spowodowało przeniesienie eksploatacji piasku w rejon Sączowa i Chechła a krótko po tym zaprzestano całkowicie wydobycia piasku w tym rejonie. Po zaprzestaniu działalności wydobywczej przeprowadzono rozbiórkę infrastruktury kolejowej, a tereny pokopalniane objęto programem rekultywacji w kierunku leśnym i wodnym. W latach 1961-1976 zrekultywowano łącznie ponad 800 ha terenów popiaskowych (Szymczyk A., 2002).



Fot. 1. Widok na zbiornik Rogoźnik I od strony północnej (29.03.2018, fot. Damian Absalon)

Rekultywacja terenów popiaskowych kopalni Siemonia na terenach obejmujących obecny kompleks zbiorników Rogoźnik przebiegała w kilku etapach. W pierwszym etapie (1959-1961) zrekultywowano pole wydobywcze Jaworzniak w kierunku leśnym, obecnie to obszar wokół zbiornika i zbiornik Rogoźnik III (Rys. 1). Już na początku lat 60. XX wieku obserwowano tworzenie się rozlewisk w dolnej części pola wydobywczego Siemonia. W latach 1961–1976 zrekultywowano tereny obecnego zbiornika Rogoźnik II w kierunku wodnym, przygotowując odpowiednio dno i brzegi tego pola i przekierowując wody potoku Jaworzniak do przygotowanej niecki powydobyczej. Dokładna data pierwszego napełnienia zbiornika Rogoźnik II i udostępnienie go do celów rekreacyjnych jest trudna do ustalenia. Należy przyjąć, że nastąpiło to na początku lat 70 XX wieku.

Kolejnym etapem rekultywacji terenów popiaskowych kopalnie Siemonia było utworzenie w latach 1967–1972 zbiornika Rogoźnik I (Rys. 1).



Rys. 1. Pola eksploatacji piasku: A – mapa terenu sprzed rekultywacji terenu; B – teren objęty rekultywacją
 Źródła: A. Szymczyk, 2001; B – na podstawie ORSIP 1957-1961.

Pomimo tego, że według dostępnych danych na temat zbiorników „Rogoźnik” powstawały one chronologicznie, to już w 1971 roku istniał kompleks rekreacyjny Rogoźnik zlokalizowany na obszarze 600 ha (wraz z przyległymi lasami), w którym swoje obiekty wypoczynkowe posiadały zakłady z pobliskich miast m.in. Kombinat Metalurgiczny Huta Katowice, będziński „Mostostal”, Huta „Będzin”, Miejski Zarząd Budynków Mieszkalnych w Czeladzi. Dowodem istnienia w roku 1971 zbiornika jest artykuł „Zielone płuca Zagłębia”, w którym Ewa Opoka opisuje co następuje „największą atrakcją tego wielkiego ośrodka sportowo-wypoczynkowego będą 2 zbiorniki wodne. /.../ Ośrodek zaopatrzone jest w kajaki, rowery wodne. Na drugim akwenu będą pływać żaglówki. /.../ W ubiegłym roku było tu przeciętnie około 10. tys. ludzi co tydzień.” (Opoka E., 1971).

W efekcie tych działań na potoku Jaworznik powstał kompleks zbiorników paciorkowych. Tworzą go trzy zbiorniki wodne: zbiornik Rogoźnik I o powierzchni 12,6 ha, zbiornik Rogoźnik II o powierzchni 24,6 ha i niewielki zbiornik Rogoźnik III o powierzchni poniżej 1,0 ha. Uzupełniają go kanały wokół Wyspy Ciszy o powierzchni około 1,2 ha. Pozostałe część wyrobiska zalesiono, z części wydzielono park a część zagospodarowano budując Ośrodek Szkoleniowo-Wypoczynkowy Kombinat Metalurgicznego Huta

Katowice. Restrukturyzacja przemysłu, która nastąpiła w latach 90. XX wieku spowodowała, że większość przedsiębiorstw państwowych sprzedała obiekty wypoczynkowe podmiotom prywatnym, co spowodowało osłabienie i stopniowe ograniczanie funkcji rekreacyjnych w rejonie zbiorników.

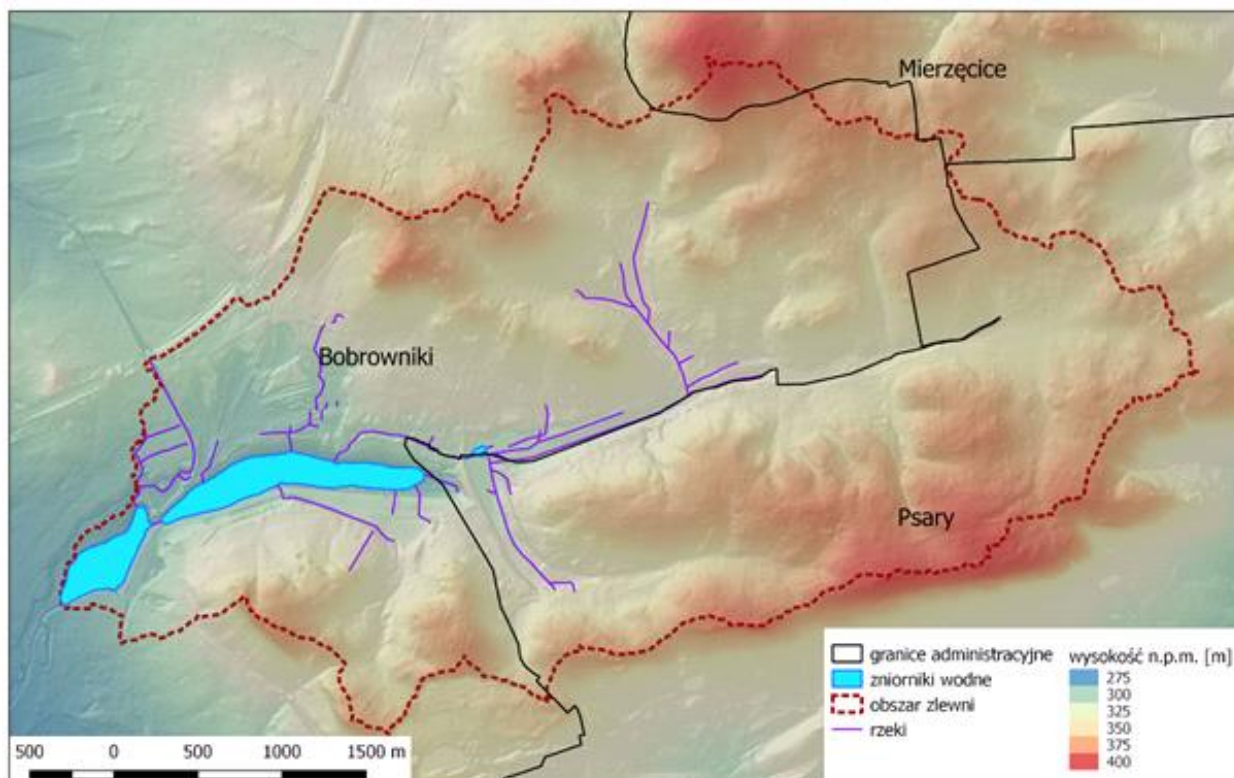
3. Charakterystyka zlewni i zbiornika Rogoźnik I

3.1 Wyznaczenie zlewni wód powierzchniowych na numerycznym modelu terenu

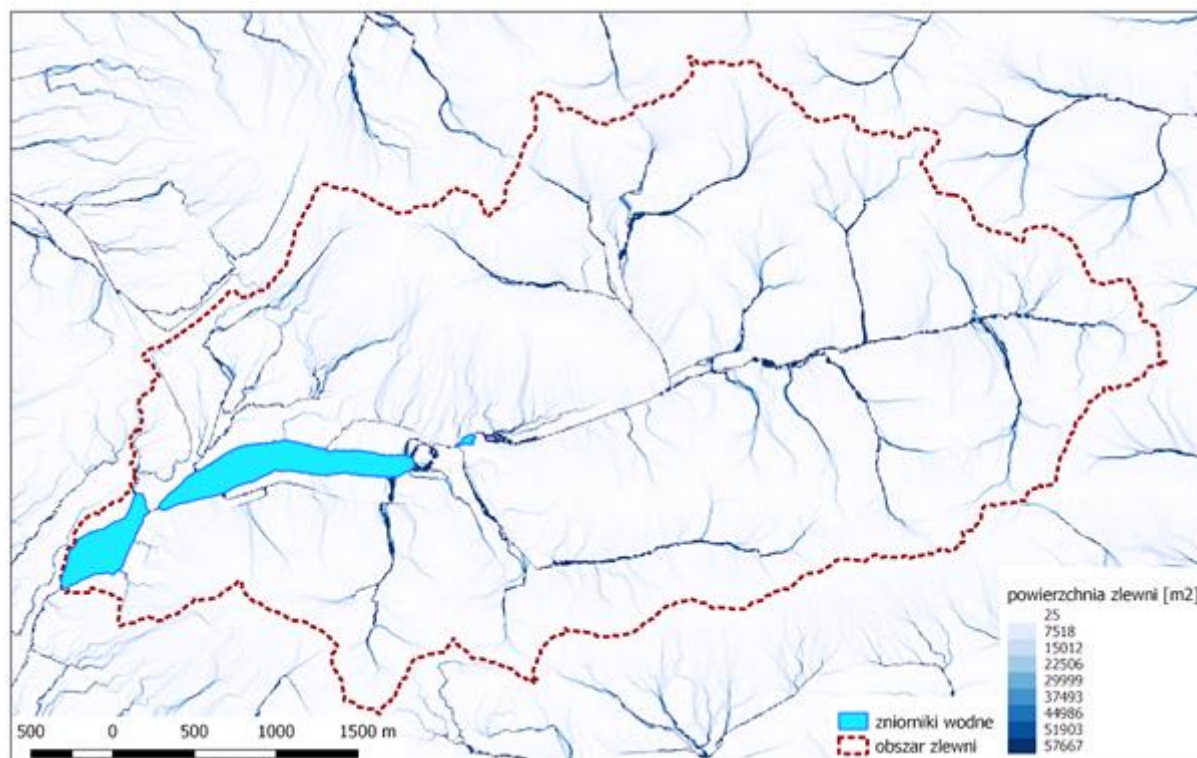
W celu wyznaczenia zlewni powierzchniowej zbiornika Rogoźnik I dokonano przeglądu materiałów kartograficznych, m. in. Mapy Hydrograficznej Polski w skali 1:50 000 oraz Mapy Podziału Hydrograficznego Polski (MHPH 10). Ostateczny zasięg zlewni powierzchniowej (bezpośredniej i pośredniej) zostanie zweryfikowany w oparciu o Cyfrowy Model Wysokościowy (DEM).

Całkowitą zlewnię powierzchniową zbiornika Rogoźnik I wyznaczono na podstawie numerycznego modelu terenu (NMT), opracowanego na podstawie lotniczego skaningu laserowego (ALS). Do analiz użyto NMT po interpolacji do rastra o rozdzielczości 5 m. W celu wyznaczenia zlewni zbiornika określono kierunki spływu powierzchniowego, a dla każdej komórki rastra obliczono powierzchnię spływu.

Całkowita powierzchnia tak wyznaczonej zlewni zbiornika Rogoźnik I wynosi 1532 ha, z czego 947,6 ha (61,8%) znajduje się na terenie gminy Bobrowniki, 568,2 ha (37%) leży w obrębie gminy Psary, a 17,9 ha (ok. 1%) to teren gminy Mierzęcice (Rys. 2). W obrębie zlewni znajdują się również zbiorniki Rogoźnik II oraz Rogoźnik III. Głównym ciekim zasilającym te trzy zbiorniki jest potok Jaworznik wraz z dopływami, których bieg pokrywa się w większości z wyznaczonymi obszarami akumulacji spływu powierzchniowego (Rys. 3).



Rys. 2. Zlewnia zbiornika Rogoźnik I



Rys. 3. Obszary akumulacji spływu powierzchniowego (ang. *catchment area*) w zlewni zbiornika Rogoźnik I. Linie spływu powierzchniowego wyznaczone na podstawie numerycznego modelu terenu (NMT)

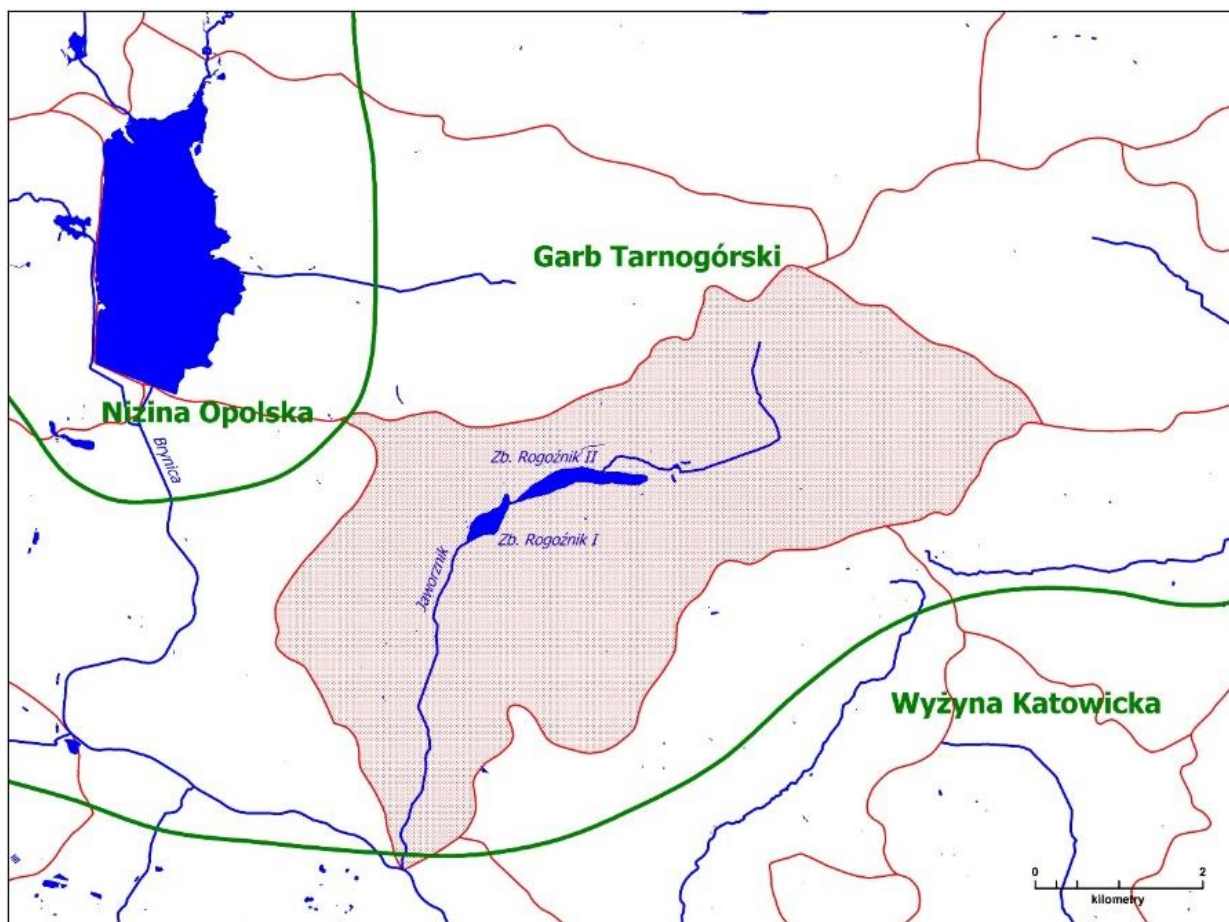
3.2 Położenie, rzeźba terenu i budowa geologiczna

Zgodnie z podziałem fizycznogeograficznym Polski (Kondracki, 2002) analizowany teren jest położony w obrębie Garbu Tarnogórskiego (341.12) będącego częścią Wyżyny Śląskiej (341) – Rys. 4.

Garb Tarnogórski tworzy rozczłonkowaną płytę wapienną, wznoszącą się od 340 do 380 m n.p.m. Rzeźba terenu jest urozmaicona, z licznymi wzniesieniami (wysokości względne dochodzą do 80–120 m), rozdzielonymi dolinami Czarnej Przemszy, Brynicy i ich dopływów.

W podłożu Garbu Tarnogórskiego dominują dolnotriasowe piaskowce, mułowce, dolomity i margle, środkowotriasowe, dolomity margliste i epigenetyczne (kruszconośne) oraz górnortriasowe iły i iłowce. W znacznej części utwory te odsłaniają się na powierzchni, a miejscami pokrywają je plejstocenijskie piaski i żwiry wodnolodowcowe, gliny zwałowe oraz utwory młodsze w postaci piasków eolicznych, piasków i glin deluwialnych, mułków, piasków i żwirów rzecznych (w dnach dolin rzecznych) oraz torfu.

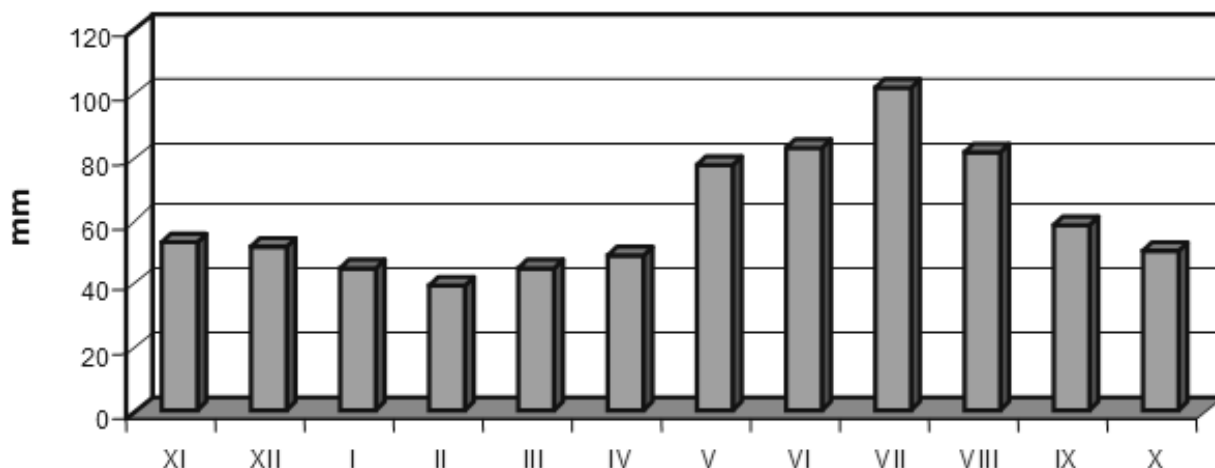
W obrębie Garbu Tarnogórskiego dominują gleby pseudobielicowe i brunatne wyługowane z piasków słabogliniastych i luźnych, ciężkie iły jurajskie oraz rędziny (lokalnie płytkie i szkieletowate).



Rys. 4. Zlewnia Jaworznika na tle mezoregionów w podziale fizycznogeograficznym J. Kondrackiego

3.3 Warunki klimatyczne

Na podstawie podziału rolniczo-klimatycznego Polski R. Gumińskiego, analizowany obszar w całości należy do dzielnicy częstochowsko-kieleckiej, w obrębie której średnia roczna temperatura powietrza wynosi 8°C, czas zalegania pokrywy śnieżnej waha się od 60 do 90 dni, a długość okresu wegetacyjnego 200–210 dni. Roczne sumy opadów kształtują się w granicach 700–750 mm. W ciągu roku przeważają wiatry, które swymi kierunkami nawiązują do ogólnej cyrkulacji atmosferycznej, lokalnie modyfikowane przez rzeźbę i zabudowę terenu. Są to wiatry z sektora zachodniego (SW, W, NW) i wiatry wschodnie, o średniej prędkości od 3,0 do 3,5 m s⁻¹.



Rys. 5. Średnie miesięczne sumy opadów atmosferycznych na posterunku Brynica w wieloleciu 1961–1990
Źródło: Absalon D., Jankowski A.T., Leśniak M., 2001, Komentarz do Mapy Hydrograficznej Polski, ark. M-34-51-C (Siewierz).

Charakterystyki warunków opadowych w obrębie analizowanego obszaru dokonano na podstawie danych pomiarowych IMGW z posterunku opadowego Brynica. Na ich podstawie obliczono średnie miesięczne i roczne sumy opadów ze standardowego wielolecia 1961–2000 wyszczególniając rok normalny (N), suchy (S) i wilgotny (W). W analizowanym wieloleciu średnia roczna suma opadów wynosiła 738 mm. W roku najsuchszym suma ta wynosiła 567 mm (1989), a w roku najbardziej wilgotnym (1974) 1092 mm. Dość zróżnicowany rozkład można zaobserwować w rocznym przebiegu opadów (Rys. 5). Maksymalne sumy miesięczne przypadają na lipiec (102 mm), natomiast minimalne na luty (40 mm) – Tabela 1.

Tabela 1. Zestawienie opadów roku normalnego (N), suchego (S) i wilgotnego (W)

Wyszczególnienie	Typ roku	Średnie sumy opadów miesięcznych [mm]												średnia suma wieloletnia
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Miesiąc														
Posterunek opadowy Brynica	N	53	52	45	40	45	49	78	83	102	82	59	50	738
Wysokość n.p.m. 283 m	S	50	28	20	21	18	63	51	108	84	76	19	29	567
Okres pomiarów 1961–2000	W	64	103	97	48	3	43	87	134	162	91	91	169	1092

3.4 Wody powierzchniowe i podziemne

3.4.1 Wody powierzchniowe

Zlewnia potoku Jaworznik położona jest w dorzeczu Wisły. Jest on lewostronnym dopływem Brynicy, która uchodzi do Czarnej Przemszy. Zlewnię Jaworznika od wschodu i południowego wschodu ogranicza dział wodny III rzędu, pozostałe działy wodne są IV rzędu. Źródła Jaworznika znajdują się w miejscowości Siemonia, a ujście do Brynicy w Wojkowicach. Zgodnie z podziałem hydrograficznym Polski w skali 1: 10 000 długość Jaworznika wynosi 9,69 km a powierzchnia zlewni 28,64 km².

W zdecydowanej większości działy wodne mają przebieg pewny, a jedynie na terenach zabudowanych i obszarach o wyraźnych antropogenicznych przekształceniach powierzchni mają przebieg niepewny.

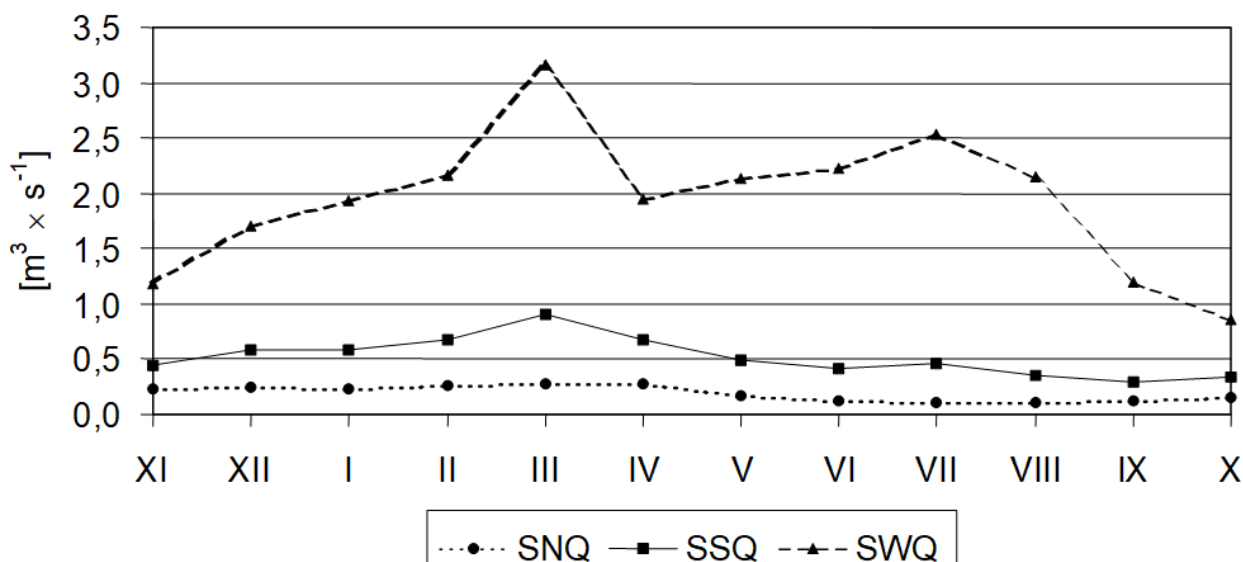
Na terenie zlewni występują obszary bezodpływowe występujące w miejscach po eksploatacji surowców budowlanych. Ponadto, w wielu miejscach znajdują się pojedyncze zagłębienia bezodpływowe chłonne oraz ewapotranspiracyjne.

W zlewni brak posterunków wodowskazowych zatem do wstępnej oceny reżimu hydrologicznego wykorzystano dane z sąsiedniej zlewni Brynicy, która jest odbiornikiem wód z potoku Jaworznik. Na terenie tym przeważa odpływ półroczny zimowego, który stanowi od 56% do 63% odpływu rocznego. W przebiegu odpływu w ciągu roku zaznacza się jedno wyraźne wezbranie wiosenne z maksimum w marcu. Okres podwyższonych przepływów w zlewni rozpoczyna się w grudniu lub styczniu i trwa do kwietnia. Minimum przepływu przypada na okres jesienny: wrzesień – październik, kiedy to średni przepływ spada do wartości 56–73% średniego rocznego przepływu – Rys. 6. Okres obniżonych przepływów trwa od sierpnia do listopada. Podobny reżim wykazują przepływy minimalne i maksymalne – Tabela 2.

Tabela 2. Charakterystyczne przepływy miesięczne i roczne [$m^3 s^{-1}$]

Rzeka Profil (lata)	Km biegu Pow. zlewni [km^2] P. z. w m n. Kr.	Przepływ	Miesiące												Średnio roczny
			XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Brynica	35,5	SNQ	0,23	0,24	0,23	0,26	0,28	0,27	0,17	0,12	0,10	0,11	0,12	0,16	0,07
Brynica	98,2	SSQ	0,44	0,59	0,58	0,68	0,91	0,67	0,49	0,42	0,46	0,36	0,29	0,34	0,52
(1961–1999)	278,75	SWQ	1,18	1,71	1,94	2,17	3,16	1,95	2,13	2,22	2,54	2,15	1,19	0,86	6,70

Źródło: Absalon D., Jankowski A.T., Leśniok M., 2001, Komentarz do Mapy Hydrograficznej Polski, ark. M-34-51-C (Siewierz).



Rys. 6. Charakterystyczne przepływy w przekroju wodowskazowym Brynica w wieloleciu 1961–1999

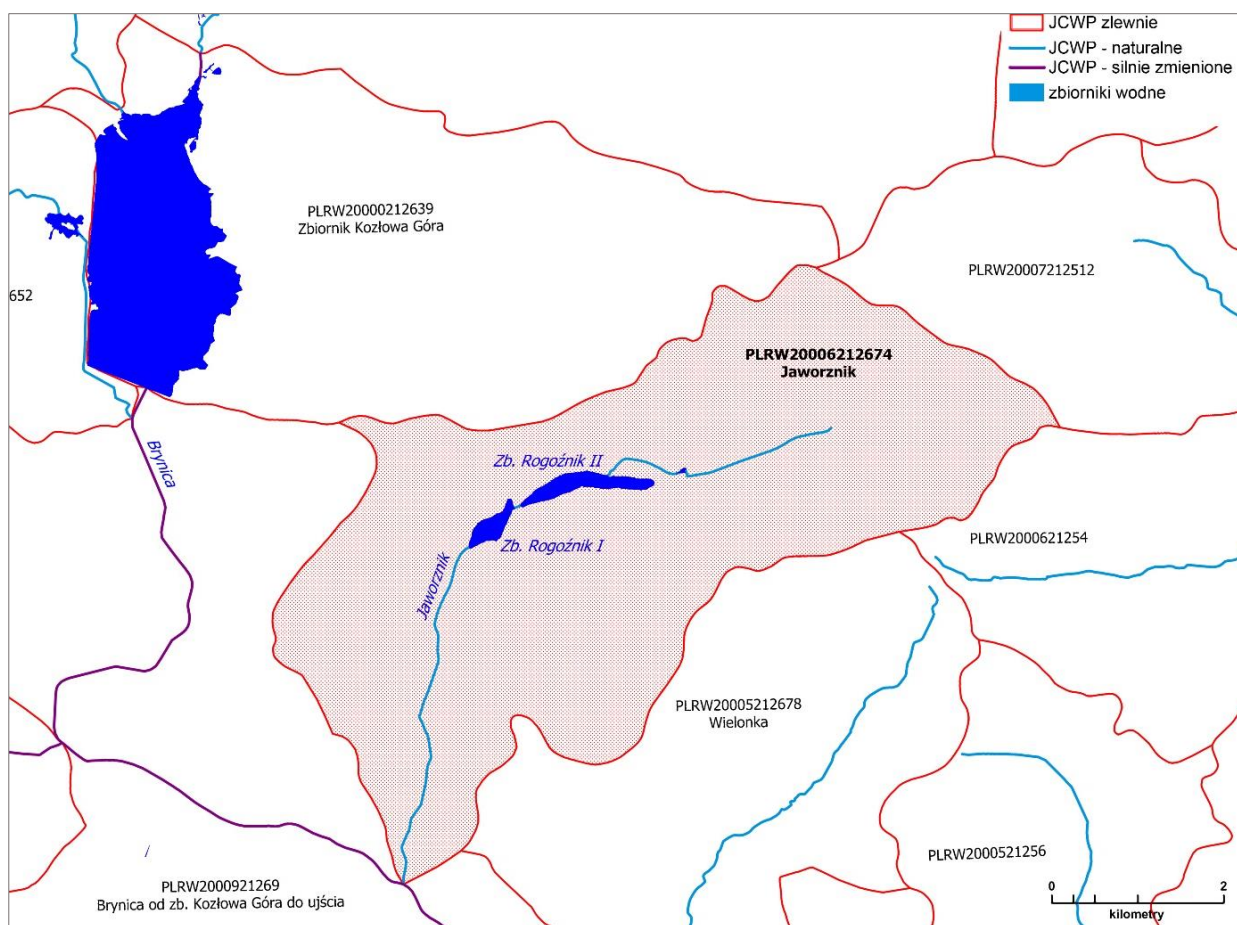
Źródło: Absalon D., Jankowski A.T., Leśniok M., 2001, Komentarz do Mapy Hydrograficznej Polski, ark. M-34-51-C (Siewierz).

Zbiorniki Rogoźnik I oraz Rogoźnik II położone są na terenie Jednolitej Części Wód Powierzchniowych (JCWP) PLRW20006212674 Jaworznik – Rys. 7.

Zgodnie z Planem gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły (Dz. U. 2016 poz. 1911) analizowaną JCWP cechują następujące parametry:

- typ abiotyczny 6 – potok wyżynny węglanowy z substratem drobnoziarnistym na lessach i lessopodobnych;
- status JCW – naturalna;
- stan JCWP PLRW20006212674 Jaworznik jest zły; ocena ryzyka nieosiągnięcia celów środowiskowych wskazuje na zagrożenie nieosiągnięcia celów; celem środowiskowym jest osiągnięcie dobrego stanu ekologicznego oraz dobrego stanu chemicznego;
- dla JCW PLRW20006212674 Jaworznik w Planie Gospodarowania Wodami na terenie dorzecza Wisły określono termin osiągnięcia dobrego stanu na rok 2021; określono także typ odstępstwa (derogacje) przedłużenie terminu osiągnięcia celu ze względu na brak możliwości technicznych.

W zlewni JCWP nie zidentyfikowano presji mogącej być przyczyną występujących przekroczeń wskaźników jakości. Wskazano na konieczność dokonanie szczegółowego rozpoznania przyczyn w celu prawidłowego zaplanowania działań naprawczych.



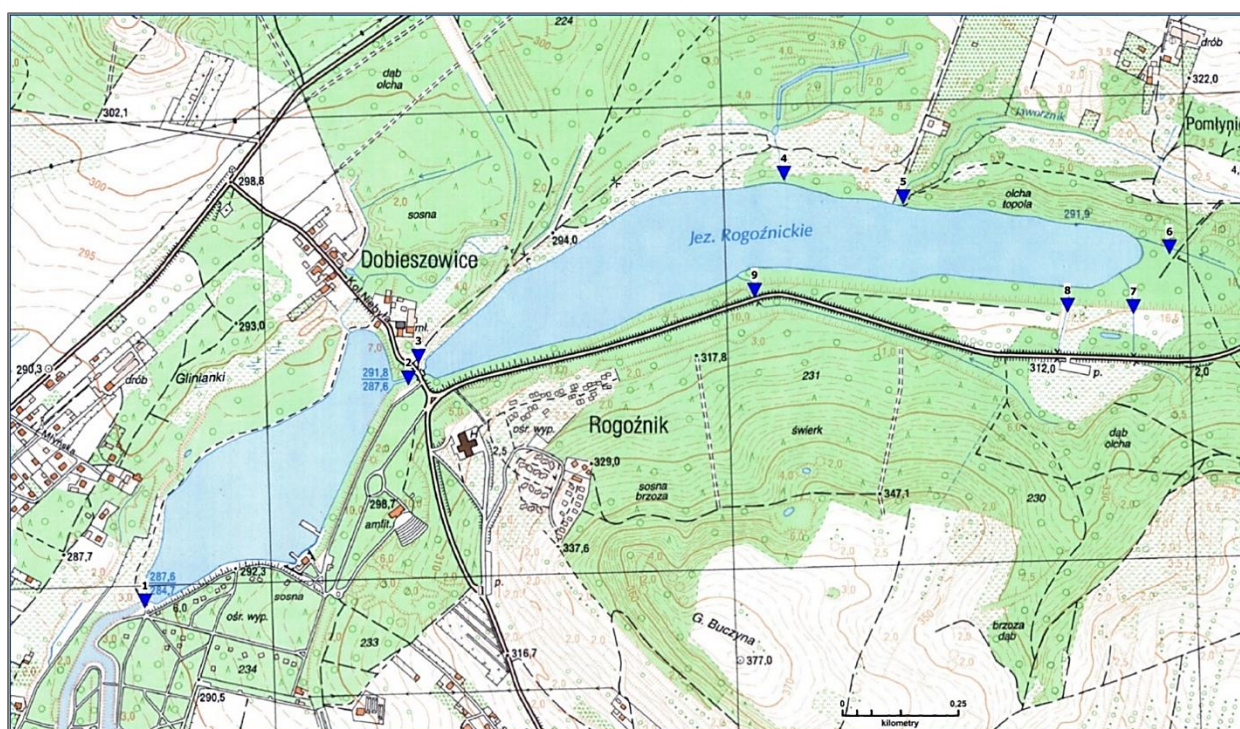
Rys. 7. Jednolite Części Wód Powierzchniowych analizowanego obszaru i jego otoczenia

W trakcie badań terenowych wytypowano punkty do chwilowych pomiarów natężenia przepływu (Rys. 8). Obejmują one wszystkie znaczące dopływy zbiornika. Ze względu na nietypowy przebieg zjawisk hydrologicznych w roku hydrologicznym 2018, który skutkowało wystąpieniem zjawiska suszy, wykonane pomiary nie są reprezentatywne. Pomierzone w okresie suchym i przeciętnym przepływy są niewielkie, a część dopływów nie prowadzi w ogóle wody. Funkcjonują one prawdopodobnie jedynie epizodycznie w okresie roztopów lub po intensywnych lub długotrwałych opadach deszczu (Tabela 3).

Tabela 3. Wyniki pomiarów natężenia przepływu

Nr punktu*	Nazwa punktu	Przepływ [$\text{m}^3 \text{s}^{-1}$]	
		Okres przeciętny	Okres suchy
1	Odptyw ze zbiornika Rogoźnik I	0,040	0,018
2	Odptyw ze zbiornika Rogoźnik II	0,100	0,037
3	Dopływ w Dobieszowicach	0,0	0,0
4	Dopływ północny	0,0	0,0
5	Jaworznik – ujście do zbiornika Rogoźnik II	0,025	0,006
6	Dopływ wschodni	0,012	0,004
7	Dopływ ze źródła ujętego	0,006	0,003
8	Dopływ z parkingu	0,0	0,0
9	Dopływ południowy	0,001	0,0

* numeracja zgodna z Rys. 8



Rys. 8. Lokalizacja punktów pomiarowych natężenia przepływu (numeracja zgodna z Tabela 3)

Zebrano także archiwalne wyniki pomiarów natężenia przepływu w zlewni zbiornika. Jedynym zweryfikowanym do tej pory wynikiem jest pomiar wykonany podczas hydrograficznego zdjęcia terenowego wykonany na potrzeby Mapy Hydrograficznej Polski. W dniu 3 września 2001 roku w potoku Jaworznik zmierzono przepływ o natężeniu $0,19 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Główne dopływy zbiornika Rogoźnik I przedstawia Fot. 2, natomiast główne dopływy do zbiornika Rogoźnik II przedstawiają Fot. 2, Fot. 3 oraz Fot. 4.



Fot. 2. Ilość wody dostarczanej ze zbiornika Rogoźnik II do zbiornika Rogoźnik I może być regulowana za pomocą jazu (29.03.2018, fot. Damian Absalon)



Fot. 3. Ujście potoku Jaworznik do zbiornika Rogoźnik II w okresie wiosennym (29.03.2018, po lewej) i letnim (21.08.2018, po prawej) – fot. Damian Absalon



Fot. 4. Dopływ wschodni zasilający zbiornik Rogoźnik II (21.08.2018, fot. Damian Absalon)

3.4.2 Wody podziemne

Pierwszy poziom wodonośny występuje na różnej głębokości w zależności od budowy geologicznej, warunków litologicznych, rzeźby terenu oraz oddziaływania czynników antropogenicznych. Poziom ten ujmowany studniami gospodarskimi oraz drenowany powierzchnią siecią hydrograficzną, charakteryzuje się swobodnym zwierciadłem, leżącym na różnej głębokości a mianowicie: 1–2 m w obrębie dolin rzecznych i obszarów podmokłych, 5–10 m na terenach wysoczyznowych oraz zróżnicowanej głębokości (10–50 m) na obszarach uszczelinionych wapieni triasowych. W rejonie zbiorników Rogoźnik I oraz II, w zrębie tektonicznym, rolę poziomu użytkowego pełnią piaskowce karbonu górnego, które występują tam pod nakładem ilów kajpru.

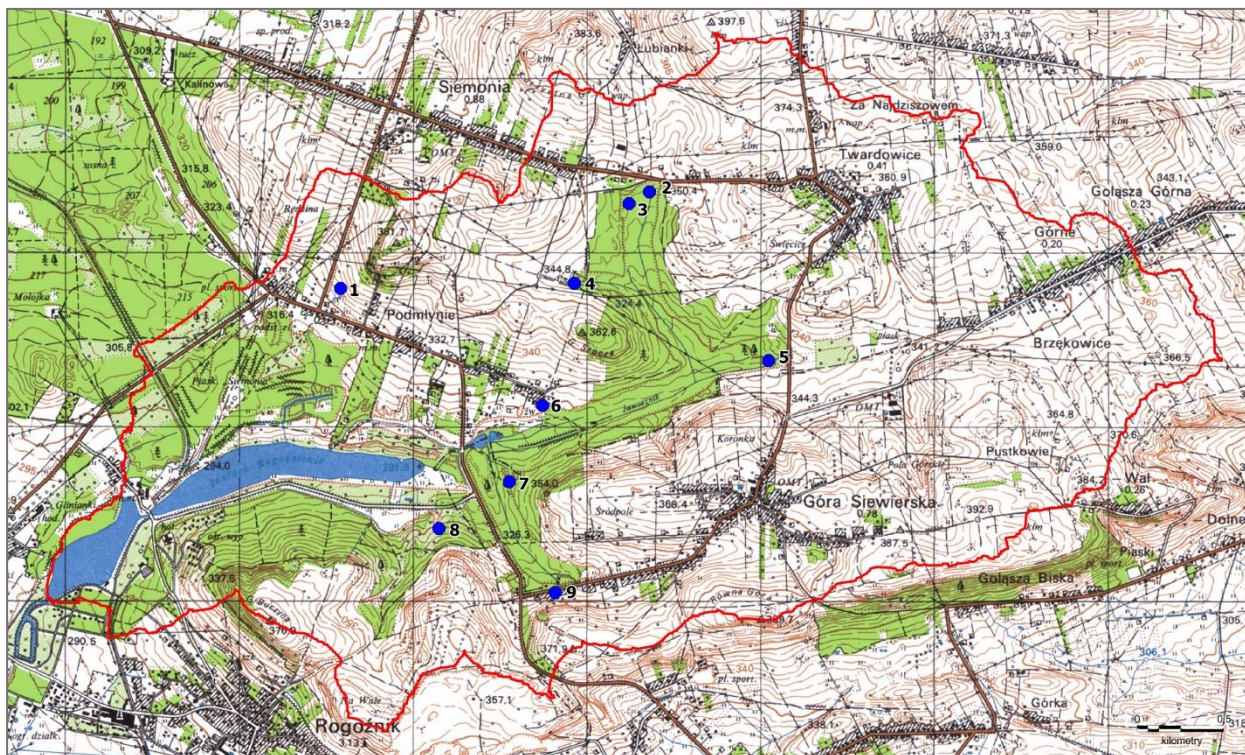
W zlewni Jaworzniaka funkcjonują liczne źródła o wydajnościach przekraczających $1 \text{ dm}^3 \text{ s}^{-1}$. W sierpniu 2018 roku wydajność źródła nr 8 wynosiła $3,0 \text{ dm}^3 \text{ s}^{-1}$ (Tabela 4; Fot. 5).

Tabela 4. Zestawienie źródeł w zlewni zbiorników Rogoźnik

Nr*	Obiekt	Miejscowość	Wydajność [$\text{dm}^3 \text{ s}^{-1}$]	
			wrzesień 2001	sierpień – wrzesień 2015
1.	Źródło bez nazwy	Siemonia - Pomłynie	0,31	-
2.	Źródło bez nazwy	Siemonia - Stachy	0,21	-
3.	Źródło bez nazwy	Siemonia - Stachy	0,09	-
4.	Źródło bez nazwy	Siemonia - Stachy	0,60	-
5.	Źródło bez nazwy	Twardowice	0,26	-
6.	Źródło bez nazwy	Siemonia - Pomłynie	2,06	1,60
7.	Źródło bez nazwy	Góra Siewierska	22,30	19,00
8.	Źródło bez nazwy	Góra Siewierska	6,80	5,00
9.	Źródło ujęte	Góra Siewierska	9,30	25,00

* numeracja zgodna z Rys. 9

Źródło: Absalon D., Jankowski A.T., Leśniok M., 2001, Komentarz do Mapy Hydrograficznej Polski, ark. M-34-51-C (Siewierz) oraz Mapa hydrograficzna M-34-51-C (Siewierz) Główny Geodeta Kraju, 2015.



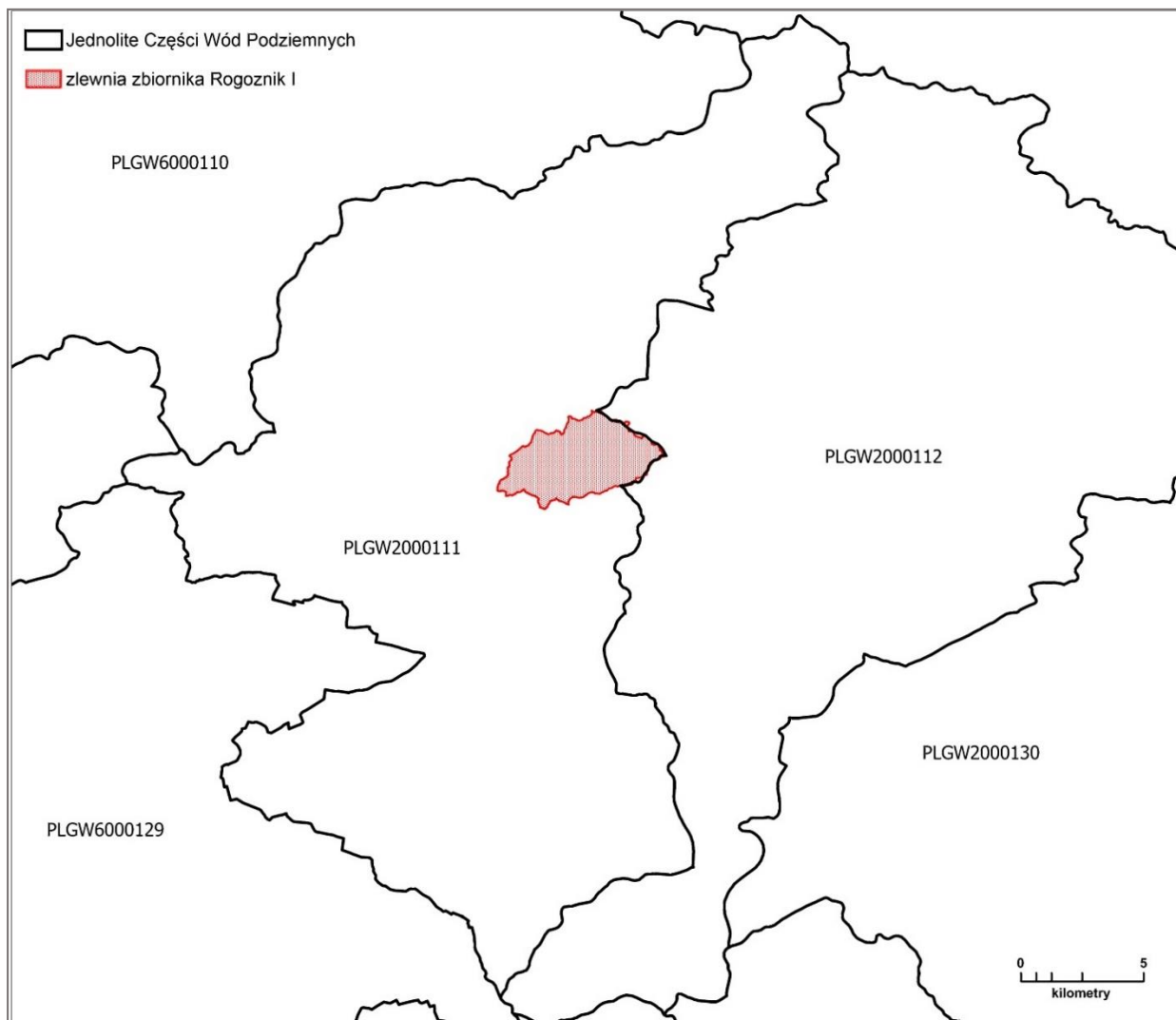
Rys. 9. Źródła w zlewni zbiorników Rogoźnik (numeracja zgodna z Tabela 4)



Fot. 5. Pomiar wydajności źródła nr 8 zasilającego dopływ do zbiornika Rogoźnik II (21.08.2018, fot. Damian Absalon)

Zbiornik Rogoźnik położony jest na terenie Jednolitej Części Wód Podziemnych JCWPd PLGW2000111 (Rys. 10). Zgodnie z Planem gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły (Dz. U. 2016 poz. 1911) Jednolita Część Wód Podziemnych PLGW2000111 charakteryzuje się słabym stanem ilościowym i chemicznym, istnieje ryzyko nieosiągnięcia celów środowiskowych.

Przyczyną zagrożenia nieosiągnięcia celów środowiskowych tej JCWPd jest antropopresja: „Intensywna eksploatacja wód podziemnych, głównie w wyniku odwodnień wyrobisk górniczych powodująca nadmierne szczypanie zasobów dostępnych do zagospodarowania oraz ingresję zasolonych wód z poziomu karbońskiego. Oddziaływanie górnośląskiej aglomeracji miejsko-przemysłowej; zrzuty ścieków i kwaśnych wód kopalnianych, ługowanie substancji zanieczyszczających z hałd i składowisk. Wysokie stężenia azotanów w punkcie ujmującym wody do spożycia.”



Rys. 10. Jednolite Części Wód Podziemnych analizowanego obszaru i jego otoczenia

3.5 Szata roślinna

3.5.1 Inwentaryzacja szaty roślinnej

Inwentaryzacja szaty roślinnej przeprowadzona została w obrębie zbiorników wodnych, w ich strefie brzeżnej oraz w bezpośredniej zlewni. Ze względu na przepływowy charakter kompleksu objęta zatem wszystkie trzy zbiorniki wodne. Określono skład ilościowy i jakościowy flory wykorzystując dostępne klucze do oznaczania roślin naczyniowych (m.in. Rutkowski L., 1998) oraz wyróżniono główne typy zbiorowisk roślinnych zgodnie z „Przewodnikiem do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski” (Matuszkiewicz W., 2012).

Wykaz flory podano w formie alfabetycznego tabelarycznego zestawienia z określeniem przynależności do rodzin botanicznych, przedstawiając tym samym zróżnicowanie taksonomiczne flory (Tabela 5). Nazewnictwo podano za opracowaniem przyjętym w Polsce (Mirek Z. i in., 2002). Odnotowane gatunki roślin analizowano pod względem udziału form życiowych wg Raunkiaera (Zarzycki K. i in., 2002) oraz grup ekologiczno-siedliskowych. W ustaleniu przynależności do grupy ekologiczno-siedliskowej posługiwano się wymienionym wcześniej opracowaniem fitosocjologicznym (Matuszkiewicz W., 2012), wyróżniając następujące grupy:

- leśne (klasy: Alnetea glutinosae, Querco-Fagetea, Vaccinio-Piceetea),
- zaroślowe (klasy: Rhamno-Prunetea i Salicetea purpureae),
- łąkowe (klasa Molinio-Arrhenatheretea),
- muraw kserotermicznych (Festuco-Brometea),
- muraw napiskowych (Koelerio glaucae-Corynephoretea canescentis),
- okrajkowe (klasa Trifolio-Geranietaea sanguinei),
- szuwarowe (klasa Phragmitetea),
- młak i torfowisk (klasa Scheuchzerio-Caricetea nigrae),
- wrzosowiskowe (klasa Nardo-Callunetea), wodne i nadwodne (klasy Potametea i Bidentetea tripartiti),
- siedlisk segetalnych (klasa Stellariaetea mediae),
- siedlisk ruderalnych (klasa Artemisietea).

Wyodrębniono także grupę gatunków, zwykle obcego pochodzenia, dziczejących z uprawy i zdomowiają się w różnych typach zbiorowisk roślinnych. Nie uwzględniano elementów zieleni urządzonej, które nie pojawiały się spontanicznie poza nasadzeniami. W przypadku, kiedy gatunek można było zaklasyfikować do różnych grup, podawano je wszystkie, natomiast w podsumowaniu uwzględniono tylko pierwszą wymienioną, w której gatunek był najbardziej typowy.

Ogólną lokalizację stanowiska każdego z odnotowanych gatunków: „J” – w obrębie zbiornika i jego brzegów, „Z” – na obszarze zlewni zawiera Tabela 5. Dodatkowo uwzględniono informację o ochronie gatunkowej i zagrożeniu w województwie śląskim (*Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 października 2014 r.*, Parusel, Urbisz 2012). W celu określenia stopnia synantropizacji lokalnych zbiorowisk roślinnych w tabeli zaznaczono gatunki obcego pochodzenia na podstawie aktualnego opracowania (Tokarska-Guziki B., i in. 2012).

Na terenie zlewni zidentyfikowano 240 gatunków roślin naczyniowych występujących spontanicznie, zaklasyfikowanych do 65 rodzin botanicznych, co wskazuje na duże zróżnicowanie taksonomiczne. Najliczniej reprezentowane są rodziny: Asteraceae astrowate (31), Poaceae wiechlinowate = trawy (25), Rosaceae różowate (17), Fabaceae bobowate (11) i Lamiaceae jasnotowate = wargowe (10) – (Tabela 5).

W składzie flory występuje 212 gatunków rodzimych i 28 (11,6%) obcego pochodzenia, z czego 17 zaliczanych jest do inwazyjnych (Tabela 5). Obecność stosunkowo licznej grupy gatunków inwazyjnych w pobliżu wód stwarza ogromne niebezpieczeństwo dla sąsiadujących zbiorowisk roślinnych ze względu na możliwość intensywnego rozprzestrzeniania się tych roślin, wykorzystujących wodę jako wektor.

We florze roślin naczyniowych analizowanego obszaru dominują rośliny zielne – byliny (hemikryptofity, geofity, chamefity zielne, hydrofity) i rośliny roczne (terofity) (Tabela 5, Rys. 11). Niektóre z nich, oprócz podstawowej, klasyfikowane są dodatkowo jako inne formy życiowe np: hydrofity (9), liany (4) i półpasożyty (2). Na podstawie analizy udziału grup ekologiczno-siedliskowych we florze badanego obszaru jest najwięcej gatunków leśnych, łąkowych oraz wodnych i nadwodnych (Tabela 5, Rys. 12).

W zlewni odnotowano stanowiska gatunków objętych ochroną częściową: kruszczyków: rdzawoczerwonego *Epipactis atrorubens* i szerokolistnego *Epipactis helleborine*, a w strefie przybrzeżnej zbiornika objętą ochroną częściową centurię pospolitą *Centaurium erythraea*. Ponadto 7 z odnotowanych gatunków uznano za zagrożone w skali województwa śląskiego, w tym 3 podlegających ochronie prawnej.

Tabela 5. Alfabetyczny wykaz odnotowanych gatunków roślin

L.p.	Nazwa łacińska	Nazwa polska	Rodzina botaniczna	Forma życiowa	Grupa ekologiczno-siedliskowa	Lokalizacja
1.	<i>Acer platanoides</i>	Klon pospolity	Aceraceae	M	LEŚ	Z
2.	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Klon jawor	Aceraceae	M	LEŚ	Z
3.	<i>Achillea millefolium</i>	Krwawnik pospolity	Asteraceae	H	ŁĄK	Z
4.	<i>Aegopodium podagraria</i>	Podagrycznik zwyczajny	Apiaceae	G, H	LEŚ	Z
5.	<i>Aesculus hippocastanum</i>	Kasztanowiec biały	Hippocastanaceae	M	Cv	Z
6.	<i>Agrimonia eupatoria</i>	Rzepik pospolity	Rosaceae	H	MKS	Z
7.	<i>Agrostis capillaris</i>	Mietlica pospolita	Poaceae	H	ŁĄK	J, Z
8.	<i>Alliaria petiolata</i>	Czosnaczek pospolity	Brassicaceae	H	LEŚ	Z
9.	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Żabieniec babka wodna	Alismataceae	Hy	WOD	J
10.	<i>Alnus glutinosa</i>	Olsza czarna	Betulaceae	M	LEŚ	Z
11.	<i>Angelica sylvestris</i>	Dzięgiel leśny	Apiacea	H	LEŚ	Z
12.	<i>Artemisia campestris</i>	Bylica polna	Asteraceae	Ch	MKS	Z
13.	<i>Artemisia vulgaris</i>	Bylica pospolita	Asteraceae	H	RUD	Z
14.	<i>Asperula cynanchica (NT)</i>	Marzanka pagórkowa	Rubiaceae	H	MKS	Z
15.	<i>Athyrium filix-femina</i>	Wietlica samicza	Athyriaceae	H	LEŚ	Z
16.	<i>Berula erecta</i>	Potocznic wąskolistny	Apiaceae	Hy	WOD	J
17.	<i>Betula pendula</i>	Brzoza brodawkowata	Betulaceae	M	LEŚ	Z
18.	<i>Bidens frondosa</i>	Uczep amerykański	Asteraceae	T	WOD/RUD	J
19.	<i>Brachypodium sylvaticum</i>	Kłosownica leśna	Poaceae	H	LEŚ	Z
20.	<i>Bromus hordaceus</i>	Stokłosa miękka	Poaceae	T	ŁĄK	Z
21.	<i>Calamagrostis epigeios</i>	Trzcinnik piaskowy	Poaceae	G, H	RUD/LEŚ	Z
22.	<i>Calystegia sepium</i>	Kielisznik zaroślowy	Convolvulaceae	G, H, li	ZRŚ	J
23.	<i>Cardaminopsis arenosa</i> subsp. <i>Arenosa</i>	Rzeżusznik piaskowy typowy	Brassicaceae	H	MPS	Z
24.	<i>Carex acutiformis</i>	Turzyca błotna	Cyperaceae	G, Hy	WOD	J
25.	<i>Carex hirta</i>	Turzyca owłosiona	Cyperaceae	G	ŁĄK	Z
26.	<i>Carex paniculata</i>	Turzyca prosowa	Cyperaceae	H	WOD	J
27.	<i>Carex rostrata</i>	Turzyca dzióbkowata	Cyperaceae	H, Hy	WOD	J
28.	<i>Carex spicata</i>	Turzyca ściśniona	Cyperaceae	H	LEŚ	Z
29.	<i>Carpinus betulus</i>	Grab pospolity	Betulaceae	M	LEŚ	Z
30.	<i>Centaurea stoebe</i>	Chaber nadreński	Asteraceae	H	MKS	Z
31.	<i>Centaurium erythraea</i> subsp. <i>erythraea</i> §, (VU)	Centuria pospolita	Gentianaceae	T	WOD	J
32.	<i>Cerasus avium</i>	Wiśnia ptasia (czereśnia)	Rosaceae	M	LEŚ	Z

Lp.	Nazwa łacińska	Nazwa polska	Rodzina botaniczna	Forma życiowa	Grupa ekologiczno-siedliskowa	Lokalizacja
33.	<i>Cerastium holosteoides</i>	Rogownica pospolita	Caryophyllaceae	C, H	ŁĄK	Z
34.	<i>Chaerophyllum aromaticum</i>	Świerżbek korzenny	Apiaceae	H	LEŚ	Z
35.	<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	Świerżbek orzęsiony	Apiaceae	H	LEŚ	Z
36.	<i>Chelidonium majus</i>	Glistnik jaskótcze ziele	Papaveraceae	H	LEŚ/RUD	Z
37.	<i>Chenopodium album</i>	Komosa biała	Chenopodiaceae	T	SEG/RUD	J, Z
38.	<i>Chimaphila umbellata</i>	Pomocnik baldaszkowy	Ericaceae	Ch	LEŚ	Z
39.	<i>Cichorium intybus</i>	Cykoria podróżnik	Asteraceae	H	RUD	Z
40.	<i>Circaea lutetiana</i>	Czartawa pospolita	Onagraceae	G	LEŚ	Z
41.	<i>Cirsium arvense</i>	Ostrożeń polny	Asteraceae	H	SEG	Z
42.	<i>Cirsium oleraceum</i>	Ostrożeń warzywny	Asteraceae	H	ŁĄK/LEŚ	J, Z
43.	<i>Cirsium palustre</i>	Ostrożeń błotny	Asteraceae	H	ŁĄK	J, Z
44.	<i>Cirsium vulgare</i>	Ostrożeń lancetowaty	Asteraceae	H	RUD	Z
45.	<i>Conyza canadensis</i>	Konyza kanadyjska	Asteraceae	T, H	RUD	Z
46.	<i>Cornus sanguinea</i> subsp. <i>Sanguinea</i>	Dereń świdwa typowy	Cornaceae	N	ZRŚ	Z
47.	<i>Cornus sericea</i>	Dereń rozlogowy	Cornaceae	N	Cv/LEŚ	Z
48.	<i>Coronilla varia</i>	Cieciorka pstra	Fabaceae	H	OKR	Z
49.	<i>Corylus avellana</i>	Leszczyna pospolita	Betulaceae	N	LEŚ	Z
50.	<i>Corynephorus canescens</i>	Szczotlicha siwa	Poaceae	H	MPS	Z
51.	<i>Crataegus</i> sp.	Głóg	Rosaceae	N	LEŚ/ZRŚ	Z
52.	<i>Crepis biennis</i>	Pępawa dwuletnia	Asteraceae	H	ŁĄK	Z
53.	<i>Dactylis glomerata</i>	Kupkówka pospolita	Poaceae	H	ŁĄK	Z
54.	<i>Daucus carota</i>	Marchew zwyczajna	Apiaceae	H	ŁĄK	Z
55.	<i>Deschampsia caespitosa</i>	Śmiełek darniowy	Poaceae	H	ŁĄK	Z
56.	<i>Deschampsia flexuosa</i>	Śmiełek pogięty	Poaceae	H	LEŚ	Z
57.	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Palusznik krwawy	Poaceae	T	RUD	Z
58.	<i>Dryopteris carthusiana</i>	Niecznica krótkoostna	Dryopteridaceae	H	LEŚ	J, Z
59.	<i>Dryopteris dilatata</i>	Niecznica szerokolistna	Dryopteridaceae	H	LEŚ	Z
60.	<i>Dryopteris filix-mas</i>	Niecznica samcza	Dryopteridaceae	H	LEŚ	Z
61.	<i>Echium vulgare</i>	Żmijowiec zwyczajny	Boraginaceae	H	RUD	Z
62.	<i>Eleocharis palustris</i>	Ponikło błotne	Cyperaceae	Hy, G	WOD	J
63.	<i>Elymus repens</i>	Perz właściwy	Poaceae	G	SEG	Z
64.	<i>Epilobium hirsutum</i>	Wierzbownica kosmata	Onagraceae	H	WOD	J
65.	<i>Epilobium palustre</i>	Wierzbownica błotna	Onagraceae	H	WOD	J
66.	<i>Epipactis atrorubens</i> §, (VU)	Kruszczyk rdzawoczerwony	Orchidaceae	G	LEŚ	Z
67.	<i>Epipactis helleborine</i> §	Kruszczyk szerokolistny	Orchidaceae	G	LEŚ	Z
68.	<i>Equisetum arvense</i>	Skrzyp polny	Equisetaceae	G	ŁĄK	Z
69.	<i>Equisetum fluviatile</i>	Skrzyp bagienny	Equisetaceae	Hy, G	WOD	J
70.	<i>Equisetum hyemale</i> (NT)	Skrzyp zimowy	Equisetaceae	C	LEŚ	Z

Lp.	Nazwa łacińska	Nazwa polska	Rodzina botaniczna	Forma życiowa	Grupa ekologiczno-siedliskowa	Lokalizacja
71.	<i>Equisetum palustre</i>	Skrzyp błotny	Equisetaceae	G	WOD	J
72.	<i>Equisetum variegatum (VU)</i>	Skrzyp pstry	Equisetaceae	C	TRF	J
73.	<i>Erigeron annuus</i>	Przymiotno białe	Asteraceae	H, T	RUD	Z
74.	<i>Euonymus europaea</i>	Trzmielina pospolita	Celastraceae	N	ŁEŚ	Z
75.	<i>Eupatorium cannabinum</i>	Sadziec konopiasty	Asteraceae	H	ŁĄK	J, Z
76.	<i>Euphorbia cyparissias</i>	Wilczomlecz sosnka	Euphorbiaceae	G, H	MKS	Z
77.	<i>Euphrasia rostkoviana</i>	Świetlik łąkowy	Scrophulariaceae	T, pp	ŁĄK	Z
78.	<i>Fagus sylvatica</i>	Buk pospolity	Fagaceae	M	LEŚ	Z
79.	<i>Festuca gigantea</i>	Kostrzewa olbrzymia	Poaceae	H	LEŚ	Z
80.	<i>Festuca rubra</i>	Kostrzewa czerwona	Poaceae	H	ŁĄK	Z
81.	<i>Festuca trachyphylla</i>	Kostrzewa murawowa	Poaceae	H	MKS	Z
82.	<i>Filipendula ulmaria</i>	Wiązówka błotna	Rosaceae	H	LEŚ/ŁĄK	J, Z
83.	<i>Fragaria vesca</i>	Poziomka twardawa	Rosaceae	H	MKS	Z
84.	<i>Frangula alnus</i>	Kruszyna pospolita	Rhamnaceae	N	ZRŚ	Z
85.	<i>Fraxinus excelsior</i>	Jesion wyniosły	Oleaceae	M	LEŚ	Z
86.	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Jesion pensylwański	Oleaceae	M	LEŚ/Cv	Z
87.	<i>Galeopsis pubescens</i>	Poziewnik miękkowłosy	Lamiaceae	T	LEŚ	Z
88.	<i>Galium aparine</i>	Przytulia czepna	Rubiaceae	T, H	SEG/LEŚ	J, Z
89.	<i>Galium mollugo</i>	Przytulia pospolita	Rubiaceae	H	ŁĄK	Z
90.	<i>Geranium palustre</i>	Bodziszek błotny	Geraniaceae	H	ŁĄK/LEŚ	J, Z
91.	<i>Geranium pratense</i>	Bodziszek łąkowy	Geraniaceae	H	ŁĄK	Z
92.	<i>Geranium robertianum</i>	Bodziszek cuchnący	Geraniaceae	H, T	LEŚ/RUD	Z
93.	<i>Geum urbanum</i>	Kuklik pospolity	Rosaceae	H	LEŚ/RUD	Z
94.	<i>Glechoma hederacea</i>	Bluszcz kurdybanek	Lamiaceae	G, H	ŁĄK	Z
95.	<i>Glyceria fluitans</i>	Manna jadalna	Poaceae	Hy	WOD	J
96.	<i>Glyceria notata</i>	Manna fałdowana	Poaceae	Hy	WOD	J
97.	<i>Heracleum sphondylium</i>	Barszcz zwyczajny	Apiaceae	H	ŁĄK	Z
98.	<i>Herniaria glabra</i>	Pońonicznik nagi	Caryophyllaceae	H	MPS	Z
99.	<i>Hieracium pilosella</i>	Jastrzębiec kosmaczek	Asteraceae	H	WRZ	Z
100.	<i>Hieracium sabaudum</i>	Jastrzębiec sabaudzki	Asteraceae	H	LEŚ	Z
101.	<i>Hieracium umbellatum</i>		Asteraceae	H	LEŚ	Z
102.	<i>Holcus lanatus</i>	Kłosówka wełnista	Poaceae	H	ŁĄK	J, Z
103.	<i>Humulus lupulus</i>	Chmiel zwyczajny	Cannabaceae	H, li	ZRŚ	J, Z
104.	<i>Hypericum perforatum</i>	Dziurawiec zwyczajny	Hypericaceae	H	MKS	Z
105.	<i>Hypochoeris radicata</i>	Prosienicznik szorstki	Asteraceae	H	ŁĄK	Z
106.	<i>Impatiens glandulifera</i>	Niecierpek gruczołowy	Balsaminaceae	T	ZRŚ/ŁEŚ	J
107.	<i>Impatiens parviflora</i>	Niecierpek drobnokwiatowy	Balsaminaceae	T	LEŚ/RUD	Z
108.	<i>Iris pseudoacorus</i>	Kosaciec żółty	Iridaceae	G, Hy	WOD	J
109.	<i>Juglans regia</i>	Orzech włoski	Juglandaceae	M	LEŚ/RUD/SEG	Z

L.p.	Nazwa łacińska	Nazwa polska	Rodzina botaniczna	Forma życiowa	Grupa ekologiczno-siedliskowa	Lokalizacja
110.	<i>Juncus articulatus</i>	Sit członowaty	Juncaceae	G, H	TRF	J
111.	<i>Juncus conglomeratus</i>	Sit skupiony	Juncaceae	H	ŁĄK	J
112.	<i>Juncus effusus</i>	Sit rozpięzchły	Juncaceae	H	WOD	J
113.	<i>Juncus inflexus</i>	Sit siny	Juncaceae	H	WOD	J
114.	<i>Juncus tenuis</i>	Sit chudy	Juncaceae	H	ŁĄK/RUD	J, Z
115.	<i>Juniperus communis</i>	Jałowiec pospolity	Cupressaceae	N	ZRŚ	Z
116.	<i>Knautia arvensis</i>	Świerznica polna	Dipsacaceae	H	ŁĄK	Z
117.	<i>Lactuca serriola</i>	Sałata kompasowa	Asteraceae	H	RUD	Z
118.	<i>Lapsana communis</i>	Łoczyga pospolita	Asteraceae	H, T	LEŚ/RUD	Z
119.	<i>Larix decidua</i>	Modrzew europejski	Pinaceae	M	LEŚ/Cv	Z
120.	<i>Lemna minor</i>	Rzęsa drobna	Lemnaceae	Hy	WOD	J
121.	<i>Lepidium campestre</i>	Pieprzyca polna	Brassicaceae	T	RUD	Z
122.	<i>Leontodon autumnalis</i>	Brodawnik jesienny	Asteraceae	H	ŁĄK	Z
123.	<i>Leontodon hispidus subsp. Hispidus</i>	Brodawnik zwyczajny typowy	Asteraceae	H	ŁĄK	Z
124.	<i>Ligustrum vulgare</i>	Ligustr pospolite	Oleaceae	N	LEŚ/Cv	Z
125.	<i>Linum catharticum</i>	Len przeczyszczający	Linaceae	T	ŁĄK	Z
126.	<i>Lolium perenne</i>	Życa trwała	Poaceae	H	ŁĄK	Z
127.	<i>Lonicera xylosteum</i>	Wiciokrzew suchodrzew	Caprifoliaceae	N	LEŚ	Z
128.	<i>Lotus corniculatus</i>	Komonica zwyczajna	Fabaceae	H	ŁĄK	Z
129.	<i>Lupinus polyphyllus</i>	Łubin trwały	Fabaceae	H	RUD	Z
130.	<i>Lycopus europaeus</i>	Karbieniec pospolity	Lamiaceae	H, Hy	LEŚ	J, Z
131.	<i>Lysimachia nummularia</i>	Tojeść rozestana	Primulaceae	C	ŁĄK	Z
132.	<i>Lysimachia vulgaris</i>	Tojeść pospolita	Primulaceae	H	ŁĄK	Z
133.	<i>Lythrum salicaria</i>	Krwawnica pospolita	Lythraceae	H	ŁĄK	J
134.	<i>Medicago falcata</i>	Lucerna sierpowata	Fabaceae	H	MKS	Z
135.	<i>Medicago lupulina</i>	Lucerna nerkowata	Fabaceae	H, T	SEG	Z
136.	<i>Melandrium album</i>	Bniec biały	Caryophyllaceae	T, H	RUD	Z
137.	<i>Melilotus alba</i>	Nostrzyk biały	Fabaceae	T, H	RUD	Z
138.	<i>Mentha aquatica</i>	Mięta nadwodna	Lamiaceae	H, Hy	WOD	J
139.	<i>Mentha longifolia</i>	Mięta długolistna	Lamiaceae	H	ŁĄK	J
140.	<i>Mycelis muralis</i>	Sałatnik leśny	Asteraceae	H	LEŚ	Z
141.	<i>Myosotis palustris</i>	Niezapominajka błotna	Boraginaceae	H	WOD/LEŚ	J, Z
142.	<i>Myosoton aquaticum</i>	Kościenica wodna	Caryophyllaceae	G, H	LEŚ/WOD	J
143.	<i>Myriophyllum spicatum (LC)</i>	Wywłócznik kłosowy	Haloragaceae	Hy	WOD	J
144.	<i>Nasturtium officinale \$, (EN)</i>	Rukiew wodna	Brassicaceae	Hy	WOD	J, Z
145.	<i>Oenothera biennis</i>	Wiesiołek dwuletni	Onagraceae	H	RUD	Z
146.	<i>Oenothera sp.</i>	Wiesiołek	Onagraceae	H	RUD	Z
147.	<i>Origanum vulgare</i>	Lebiodka pospolita	Lamiaceae	C, H	OKR	Z
148.	<i>Orthilia secunda</i>	Gruszyńka jednostronna	Ericaceae	Ch	LEŚ	Z

L.p.	Nazwa łacińska	Nazwa polska	Rodzina botaniczna	Forma życiowa	Grupa ekologiczno-siedliskowa	Lokalizacja
149.	<i>Oxalis acetosella</i>	Szczawik zajęczy	Oxalidaceae	G, H	LEŚ	Z
150.	<i>Padus avium</i>	Czeremcha zwyczajna	Rosaceae	M	LEŚ	Z
151.	<i>Padus serotina</i>	Czeremcha amerykańska	Rosaceae	M, N	LEŚ/ZRŚ/Cv	Z
152.	<i>Paris quadrifolia</i>	Czworolist pospolity	Trilliaceae	G	LEŚ	Z
153.	<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	Winobluszcz pięciolistkowy	Vitaceae	H, li	Cv	Z
154.	<i>Phalaris arundinaceae</i>	Mozga trzcinowata	Poaceae	G, H	WOD	J
155.	<i>Phragmites australis</i>	Trzcina pospolita	Poaceae	G, Hy	WOD	J
156.	<i>Peucedanum oreoselinum</i>	Gorysz pagórkowy	Apiaceae	H	MKS/LEŚ	Z
157.	<i>Picea abies</i>	Świerk pospolity	Pinaceae	M	LEŚ	Z
158.	<i>Picris hieracioides</i>	Goryczel jastrzębcowaty	Asteraceae	H	MKS	Z
159.	<i>Pinus sylvestris</i>	Sosna zwyczajna	Pinaceae	M	LEŚ	Z
160.	<i>Plantago lanceolata</i>	Babka lancetowata	Plantaginaceae	H	ŁĄK	Z
161.	<i>Plantago major</i>	Babka zwyczajna	Plantaginaceae	H	ŁĄK/RUD	J, Z
162.	<i>Poa angustifolia</i>	Wiechlina wąskolistna	Poaceae	H	MKS	Z
163.	<i>Poa annua</i>	Wiechlina roczna	Poaceae	H, T	RUD	J, Z
164.	<i>Poa compressa</i>	Wiechlina spłaszczona	Poaceae	H	MKS	Z
165.	<i>Poa pratensis</i>	Wiechlina łąkowa	Poaceae	H	ŁĄK	Z
166.	<i>Poa trivialis</i>	Wiechlina zwyczajna	Poaceae	H	ŁĄK	J, Z
167.	<i>Polygonum amphibium</i>	Rdest ziemnowodny	Polygonaceae	Hy, G	WOD	J
168.	<i>Polygonum aviculare</i>	Rdest ptasi	Polygonaceae	T	SEG/RUD	J, Z
169.	<i>Polygonum persicaria</i>	Rdest plamisty	Polygonaceae	T	SEG	Z
170.	<i>Populus alba</i>	Topola biała	Salicaceae	M	ZRŚ	Z
171.	<i>Populus 'NE 42'</i>	Topola 'NE 42'	Salicaceae	M	Cv	Z
172.	<i>Populus tremula</i>	Topola osika	Salicaceae	M	LEŚ	Z
173.	<i>Populus xcanadensis</i>	Topola kanadyjska	Salicaceae	M	Cv	Z
174.	<i>Potentilla anserina</i>	Pięciornik gęsi	Rosaceae	H	ŁĄK	Z
175.	<i>Potentilla erecta</i>	Pięciornik kurze ziele	Rosaceae	H	WRZ	Z
176.	<i>Potentilla reptans</i>	Pięciornik rozłogowy	Rosaceae	H	ŁĄK/RUD	Z
177.	<i>Prunella vulgaris</i>	Głowienka pospolita	Lamiaceae	H	ŁĄK	Z
178.	<i>Prunus spinosa</i>	Śliwa tarnina	Rosaceae	N	ZRŚ	Z
179.	<i>Pteridium aquilinum</i>	Orlica pospolita	Dennstaedtiaceae	G	LEŚ	Z
180.	<i>Pyrus pyraeaster</i>	Grusza polna	Rosaceae	M	ZRŚ	Z
181.	<i>Quercus robur</i>	Dąb szypułkowy	Fagaceae	M	LEŚ	Z
182.	<i>Quercus rubra</i>	Dąb czerwony	Fagaceae	M	Cv	Z
183.	<i>Ranunculus acris</i>	Jaskier ostry	Ranunculaceae	H	ŁĄK	J, Z
184.	<i>Ranunculus repens</i>	Jaskier rozłogowy	Ranunculaceae	H	ŁĄK	J, Z
185.	<i>Reseda lutea</i>	Rezeda żółta	Resedaceae	H	RUD	Z
186.	<i>Reynoutria sachalinensis</i>	Rdestowiec ostrokończysty	Polygonaceae	G	RUD	Z

L.p.	Nazwa łacińska	Nazwa polska	Rodzina botaniczna	Forma życiowa	Grupa ekologiczno-siedliskowa	Lokalizacja
187.	<i>Rhamnus cathartica</i>	Szalkak pospolity	Rhamnaceae	N	ZRŚ	Z
188.	<i>Ribes spicatum</i>	Porzeczka czerwona	Grossulariaceae	N	LEŚ	Z
189.	<i>Ribes uva-crispa</i>	Porzeczka agrest	Grossulariaceae	N	LEŚ	Z
190.	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinia akacja	Fabaceae	M	Cv	Z
191.	<i>Rorippa palustris</i>	Rzepicha błotna	Brassicaceae	T, Hy	WOD	J
192.	<i>Rubus caesius</i>	Jeżyna popielica	Rosaceae	N	ZRŚ	Z
193.	<i>Rubus idaeus</i>	Malina właściwa	Rosaceae	N	LEŚ/ZRŚ	Z
194.	<i>Rubus plicatus</i>	Jeżyna fałdowana	Rosaceae	N	ZRŚ	Z
195.	<i>Rumex acetosa</i>	Szczaw zwyczajny	Polygonaceae	H	ŁĄK	Z
196.	<i>Rumex acetosella</i>	Szczaw polny	Polygonaceae	G, H, T	MPS	Z
197.	<i>Rumex crispus</i>	Szczaw kędzierzawy	Polygonaceae	H	ŁĄK	Z
198.	<i>Sagittaria sagittifolia</i>	Strzałka wodna	Alismataceae	Hy	WOD	J
199.	<i>Sambucus nigra</i>	Bez czarny	Sambucaceae	N	LEŚ/RUD	Z
200.	<i>Sambucus racemosa</i>	Bez koralowy	Sambucaceae	N	LEŚ	Z
201.	<i>Salix caprea</i>	Wierzba iwa	Salicaceae	M, N	LEŚ	J, Z
202.	<i>Salix cinerea</i>	Wierzba szara	Salicaceae	N	ZRŚ	J, Z
203.	<i>Salix pentandra</i>	Wierzba pięciopęcikowa	Salicaceae	M, N	ZRŚ	J, Z
204.	<i>Salix purpurea</i>	Wierzba purpurowa (Wiklina)	Salicaceae	N	ZRŚ	J, Z
205.	<i>Salix repens</i> .subsp. <i>rosmarinifolia</i>	Wierzba rokita	Salicaceae	N, Ch	LEŚ	J
206.	<i>Scrophularia umbrosa</i>	Trędownik skrzydlaty	Scrophulariaceae	H, Hy	WOD	J
207.	<i>Schoenoplectus lacustris</i> (NT)	Ocieret jeziorny	Cyperaceae	G, Hy	WOD	J
208.	<i>Scirpus sylvaticus</i>	Sitowie leśne	Cyperaceae	G	LEŚ/WOD	J, Z
209.	<i>Scutellaria galericulata</i>	Tarczycza pospolita	Lamiaceae	H	WOD/LEŚ	J
210.	<i>Senecio jacobea</i>	Starzec Jakubek	Asteraceae	H	MKS	Z
211.	<i>Setaria pumila</i>	Włośnica sina	Poaceae	T	SEG	Z
212.	<i>Solanum dulcamara</i>	Psianka słodkogórz	Solanaceae	N, li	LEŚ/ZRŚ	J, Z
213.	<i>Solidago canadensis</i>	Nawłoc kanadyjska	Asteraceae	G, H	RUD	Z
214.	<i>Solidago gigantea</i>	Nawłoc późna	Asteraceae	G, H	RUD	Z
215.	<i>Sonchus oleraceus</i>	Mlecz zwyczajny	Asteraceae	H, T	SEG	Z
216.	<i>Sorbus aucuparia</i> subsp. <i>Aucuparia</i>	Jarząb pospolity typowy	Rosaceae	M, N	LEŚ	Z
217.	<i>Sparganium erectum</i>	Jeżogłówka gałęzista	Sparganiaceae	Hy	WOD	J
218.	<i>Stellaria media</i>	Gwiazdnica pospolita	Caryophyllaceae	T, H	SEG	J, Z
219.	<i>Symphoricarpos albus</i>	Śnieguliczka biała	Caprifoliaceae	N	Cv/LEŚ	Z
220.	<i>Tanacetum vulgare</i>	Wrotycz pospolity	Asteraceae	H	RUD	Z
221.	<i>Taraxacum officinale</i> s.l.	Mniszek pospolity	Asteraceae	H	ŁĄK	Z
222.	<i>Thymus pulegioides</i>	Macierzanka zwyczajna	Lamiaceae	C	MKS	Z
223.	<i>Thymus serpyllum</i>	Macierzanka piaskowa	Lamiaceae	C	MPS	Z

L.p.	Nazwa łacińska	Nazwa polska	Rodzina botaniczna	Forma życiowa	Grupa ekologiczno-siedliskowa	Lokalizacja
224.	<i>Tilia cordata</i>	Lipa drobnolistna	Tiliaceae	M	LEŚ	Z
225.	<i>Trifolium arvense</i>	Koniczyna polna	Fabaceae	T	MPS	Z
226.	<i>Trifolium medium</i>	Koniczyna pogięta	Fabaceae	H	OKR	Z
227.	<i>Trifolium repens</i> subsp. <i>Repens</i>	Koniczyna biała	Fabaceae	C, H	ŁĄK	J, Z
228.	<i>Tussilago farfara</i>	Podbiał pospolity	Asteraceae	G	RUD	Z
229.	<i>Typha angustifolia</i>	Pałka wąskolistna	Typhaceae	H, Hy	WOD	J
230.	<i>Typha latifolia</i>	Pałka szerokolistna	Typhaceae	H, Hy	WOD	J
231.	<i>Ulmus glabra</i>	Wiąz górski	Ulmaceae	M	LEŚ	Z
232.	<i>Urtica dioica</i>	Pokrzywa zwyczajna	Urticaceae	H	LEŚ/RUD	J, Z
233.	<i>Verbascum densiflorum</i>	Dziewanna wielkokwiatowa	Scrophulariaceae	H	MKS	Z
234.	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	Przetacznik bobownik	Scrophulariaceae	H	WOD	J
235.	<i>Veronica beccabunga</i>	Przetacznik bobowniczek	Scrophulariaceae	Hy, C	WOD	J
236.	<i>Veronica chamaedrys</i>	Przetacznik ożankowy	Scrophulariaceae	C	ŁĄK	Z
237.	<i>Veronica officinalis</i>	Przetacznik leśny	Scrophulariaceae	C	LEŚ	Z
238.	<i>Viburnum opulus</i>	Kalina koralowa	Caprifoliaceae	N	LEŚ	Z
239.	<i>Vicia cracca</i>	Wyka ptasia	Fabaceae	H	ŁĄK	Z
240.	<i>Viscum album</i>	Jemiola pospolita	Santalaceae	N, pp	LEŚ	Z



gatunki obcego pochodzenia zadomowione, inwazyjne

gatunki obcego pochodzenia zadomowione, nieinwazyjne

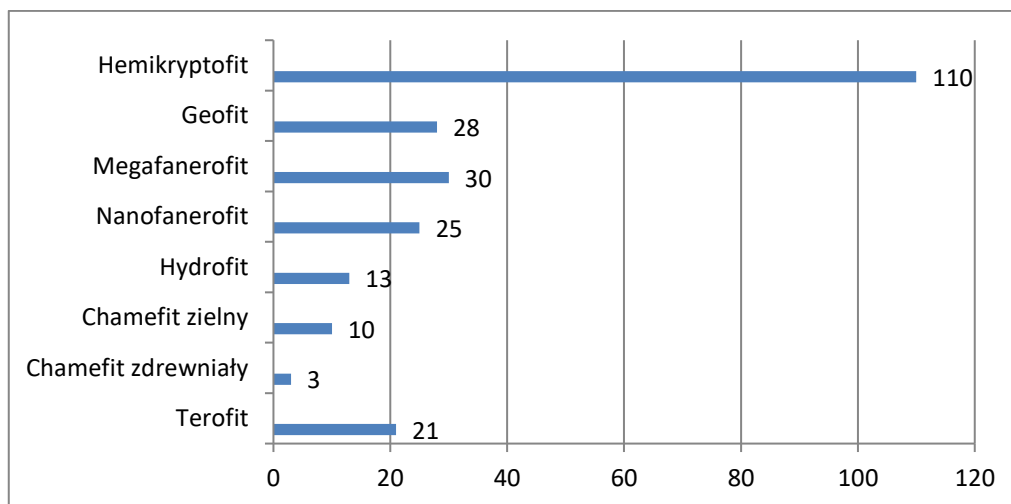
Objaśnienia:

Informacja o ochronie gatunkowej lub kategorii zagrożenia gatunku: § – ochrona częściowa; (EN) – gatunek zagrożony, (LC) – gatunek najmniejszej troski, (NT) – gatunek bliski zagrożenia, (VU) – gatunek zagrożony.

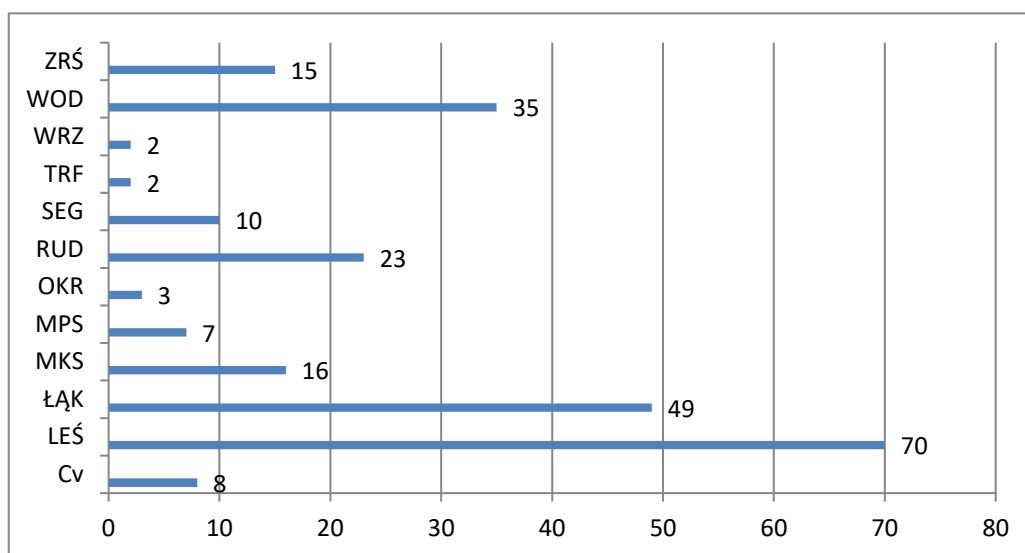
Forma życiowa: M – megafanerofit (drzewo), N – nanofanerofit (krzew), Ch – chamefit drzewiasty, C – chamefit zielny, H – hemikryptofit, G – geofit, Hy – hydrofit, T – terofit (roślina jednoroczna), li – liana, pp – półpasożyt; s – saprofit.

Grupa ekologiczno-siedliskowa: Cv – gatunek nasadzany, dziczejący z uprawy; LEŚ – gatunek leśny; ŁĄK – gatunek łąkowy; MKS – gatunek muraw kserotermicznych; MPS – gatunek muraw napiaskowych; OKR – gatunek ciepłolubnych okrajków; RUD – gatunek siedlisk ruderalnych; SEG – gatunek siedlisk segetalnych; TRF – gatunek młak i torfowisk; WOD – gatunek siedlisk wodnych i nadwodnych; WRZ – gatunki wrzosowiskowe; ZRŚ – gatunek zaroślowy.

Lokalizacja: J – zbiornik wodny i jego strefa przybrzeżna, Z – najbliższa zlewnia.



Rys. 11. Udział form życiowych we florze analizowanego obszaru



Rys. 12. Udział grup ekologiczno-siedliskowych we florze analizowanego obszaru

3.5.2 Ogólna charakterystyka roślinności

Historyczne i aktualne użytkowanie oraz zagospodarowanie terenu determinuje charakter roślinności, który występuje na tym terenie. Mamy do czynienia zarówno z fragmentarycznymi i kadłubowymi postaciami zbiorowisk, które występowały niegdyś naturalnie, jak np. lasy liściaste o charakterze olsów, jak również ze spontanicznie wykształconymi na obszarach wydobywania piasku zbiorowiskami np.: roślin wodnych, nadwodnych, zaroślowych. Ponadto, ze względu na intensywną antropopresję mamy do czynienia z efektami synantropizacji w postaci występowania zbiorowisk siedlisk ruderalnych oraz udziału w gatunków obcego pochodzenia w wykształconych spontanicznie zbiorowiskach.

Najistotniejszymi dla analizowanego zbiornika wodnego (i jednocześnie całego kompleksu) są zbiorowiska słodkowodnych makrofitów w mezo- i eutroficznych zbiornikach wód śródlądowych z klasy Potametea reprezentowanych przez wywłócznika kłosowego *Myriophyllum spicatum*. Drugim typem zbiorowiska związanego z tonią wodną jest zbiorowisko z rzęsą drobną *Lemna minor* z klasy *Lemnetea minoris*, tworzące skupienia na powierzchni wody lub występujące w obrębie szuwarów.

W strefie przybrzeżnej spotykane są zbiorowiska szuwarowe z udziałem różnych gatunków. Odnotowano szuwały jedno lub kilku gatunkowe z klasy Phragmitetea reprezentujące wszystkie trzy związki z nomenklatury fitosocjologicznej: Phragmition (najbardziej ubogie, często o charakterze agregacyjnym), Magnocaricion (szuwały wielkoturzycowe) i Sparganio-Glycerion fluitans (niskie lub średniowysokie szuwały trawiaste z udziałem roślin dwuliściennych, ale bez trzciny pospolitej). Odnotowano prawie wszystkie charakterystyczne dla opisywanych fitocenozy gatunki: trzinę pospolitą *Phragmites australis*, żabińca babkę wodną *Alisma plantago aquatica*, ponikło błotne *Eleocharis palustris*, skrzypa bagiennego *Equisetum fluviatile*, strzałkę wodną *Sagittaria sagittifolia*, oczereta jeziornego *Schoenoplectus lacustris*, jeżogłówkę gałęzistą *Sparganium erectum*, turzycę błotną *Carex acutiformis*, turzycę prosową *Carex paniculata*, turzycę dzióbkową *Carex rostrata*, kosaćca żółtego *Iris pseudoacorus*, mózgię trzcinową *Phalaris arundinacea*, tarczycę pospolitą *Scutellaria galericulata*, potocznika wąskolistnego *Berula erecta*, mannę jadalną *Glyceria fluitans*, rukiew wodną *Nasturtium officinale*, przetacznika bobownika *Veronica anagallis-aquatica* i przetacznika bobownicza *Veronica beccabunga*. Kolejną formacją pojawiającą się najbliżej brzegów zbiornika są zarośla z wierzbami z klasy Salicetea purpureae, choć w przypadku zbiornika Rogoźnik I są one reprezentowane przez niezbyt duże powierzchnie.

Tereny leśne stanowią ok. 26% obszaru zlewni. W większości są to lasy liściaste i mieszane pochodzenia antropogenicznego, budowane przez takie gatunki, jak brzoza brodawkowata (*Betula pendula*), sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris*), różne gatunki dębów (*Quercus sp.*), olszę czarną (*Alnus glutinosa*) oraz różne gatunki wierzb (*Salix sp.*) i topól (*Populus sp.*). Zbiorowiska w części zlewni położonej najbliżej zbiornika Rogoźnik I są dosyć zróżnicowane i z widocznymi efektami synantropizacji. Występujące tu zbiorowiska są często mozaiką pozostałych tutaj lasów olszowych i jesionowo-olszowych (związek Alno-Ulmion) z olszą czarną *Alnus glutinosa* w drzewostanie, ale z nasadzeniami północnoamerykańskich topoli i innych gatunków drzewiastych. Z typowej dla tych formacji struktury, zachowały się jedynie pojedyncze gatunki np. w podszyciu: porzeczką czerwoną *Ribes rubrum*, czeremchą zwyczajną *Padus avium*, a w runie: kostrzewa olbrzymia *Festuca gigantea*, czartawa pospolita *Circaea lutetiana* czy czworolist pospolity *Paris quadrifolia*. W suchszych rejonach zlewni zachowały się gatunki wskazujące na występowanie zbiorowisk o charakterze borów z sosną zwyczajną *Pinus sylvestris* w drzewostanie i runem reprezentowanym przez nieliczne gatunki typowe dla tego zbiorowiska, jak: gruszyńka jednostronna *Orthilia secunda*, szczawik zajęczy *Oxalis acetosella* czy śmiełek pogięty *Deschampsia flexuosa*. W obrębie zlewni spotkać można niewielkie fragmenty zbiorowisk murawowych – kserotermicznych i napiaskowych. Istotnym czynnikiem, który powinien korzystnie wpływać na zdolność samooczyszczania się wód powierzchniowych zasilających zbiorniki, jest fakt iż większość cieków wodnych w zlewni ma swój przebieg na obszarach leśnych.

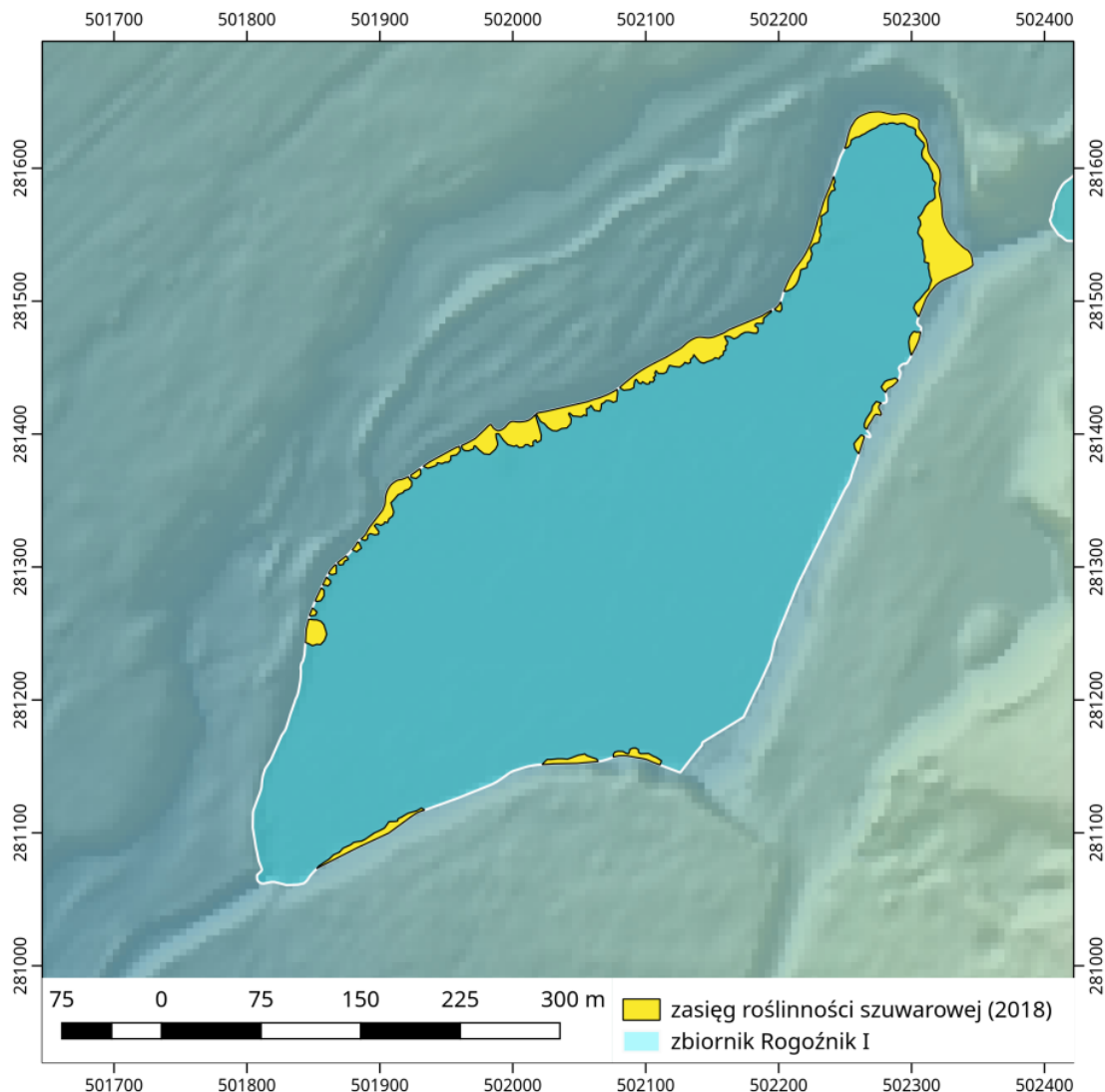
Ze względu na intensywną penetrację terenu, zawlekane są przy tej okazji gatunki roślin z różnych innych typów zbiorowisk roślinnych, np. łąkowych, segetalnych, ruderalnych, które decydują o dość dużej mozaikowości roślinności tego terenu. Obraz taki uzupełniają gatunki drzew i krzewów wprowadzane na obszarze zlewni dla osiągnięcia efektu zieleni urządzonej. Wobec inwazyjnego charakteru niektórych z nich, m.in. derenia rozłogowego *Cornus sericea*, mamy do czynienia z wypieraniem rodzimych elementów flory. Innymi groźnymi gatunkami inwazyjnymi, które mogą znacząco wpłynąć na lokalną różnorodność gatunkową są: niecierpek gruczołowy *Impatiens glandulifera* (na wschodnich obrzeżach zbiornika Rogoźnik I) i rdestowiec sachaliński *Reynoutria sachalinensis* (płat o powierzchni 0,2 ha na północnym obrzeżu zbiornika Rogoźnik II).

3.5.2.1 Roślinność szuwarowa na terenie zbiornika Rogoźnik I

W ramach opracowania określono stan roślinności szuwarowej na terenie zbiornika Rogoźnik I oraz oszacowano jej potencjał remediacyjny, a także wskazano korzystne lokalizacje i wielkości obszarów roślinności szuwarowej.

Zbiorowiska szuwarów, tworzące charakterystyczny pas roślinności wokół zbiornika, są najbardziej typowym składnikiem szaty roślinnej jezior i naturalizujących się spontanicznie zbiorników antropogenicznych. Często tworzą przestrzenną mozaikę ze zbiorowiskami wierzb szerokolistnych (łozami), młakami i wilgotnymi łąkami, częściej występującymi w dalszej odległości od brzegu. Pas szuwarów jest także często niejednorodny i tworzy mozaikę wzajemnie zastępujących się gatunków, które lokalnie pełnią rolę dominantów. Kształt tej mozaiki zależy od warunków siedliskowych, szczególnie od wilgotności i trofii podłoża. Obecność spontanicznie rozwijających się zbiorowisk szuwarowych w zbiornikach zaporowych jest zjawiskiem korzystnym, zarówno ze względu na ich zdolność do wiązania biogenów, jak i inne funkcje ekologiczne. Pas szuwarów stanowi naturalny filtr, częściowo zatrzymujący spływ powierzchniowy biogenów do zbiornika, dzięki czemu zmniejsza prawdopodobieństwo zakwitów sinic.

Największą powierzchnię wśród zbiorowisk litoralu zbiornika Rogoźnik I zajmuje szuwar trzcinowy, w którym dominującym gatunkiem jest trzcina pospolita (*Phragmites australis*) (Rys. 13). Łączna powierzchnia szuwarów z udziałem tego gatunku wynosi ok. 0,73 ha, co stanowi ok. 5,7% powierzchni jeziora. Zbiorowiska szuwarowe o takiej powierzchni potencjalnie mogą związać średnio 256 kg azotu i 16 kg fosforu. Jednak, aktualne rozmieszczenie płatów szuwarów nie jest korzystne z punktu widzenia pełnionej przez nie funkcji filtra, częściowo chroniącego zbiornik przed doływem biogenów i innych zanieczyszczeń. Największe powierzchnie szuwaru trzcinowego są zlokalizowane przy północno-wschodnim brzegu zbiornika w postaci kilku dużych płatów i przy jego północnym brzegu w postaci wielu mniejszych, rozproszonych płatów. Przy południowym i zachodnim brzegu, gdzie zidentyfikowano liczne przypadki składowania śmieci i innych odpadów, głównie związanych z aktywnością wędkarzy i „dzikimi” miejscami biwakowania, zbiorowiska szuwarowe występują bardzo nielicznie lub brak ich w ogóle i nie pełnią tam funkcji ochronnej.



Rys. 13. Zasięg roślinności szuwarowej w zbiorniku Rogoźnik I w 2018 roku

3.6 Ichtyofauna i zoobentos zbiornika Rogoźnik I

3.6.1 Ichtyofauna

Zbiorniki Rogoźnik I oraz II są łowiskami o dużej presji wędkarskiej, należącymi do obwodu rybackiego nr 1 rzeki Brynicy (Rogoźnik I – nr łowiska 110, Rogoźnik II – nr łowiska 106).

Strukturę populacji ryb analizowano na podstawie danych z rejestrów połowu Polskiego Związku Wędkarskiego w Katowicach. Zestawienie ryb złowionych w latach 2014–2016 przedstawia Tabela 6. Dane ujęte w tabeli należy powiększyć o co najmniej 20%, ponieważ rejestry te zazwyczaj nie są prowadzone w systematycznie (np. często nie są wypełniane).

Na podstawie uzyskanych danych można stwierdzić, że zauważalny jest brak regularnych przyrostów ryb karpowatych, co spowodowane jest nie wystarczającą liczbą ryb drapieżnych.

Tabela 6. Zestawienia gatunków ryb złowionych w zbiorniku Rogoźnik I w latach 2014–2016 (na podstawie rejestrów połowu Okręgu Polskiego Związku Wędkarskiego w Katowicach)

Gatunek ryby	Rok								
	2014			2015			2016		
	łątzna masa [kg]	Liczba [szt.]	Średnia masa 1 szt. [kg]	łątzna masa [kg]	Liczba [szt.]	Średnia masa 1 szt. [kg]	łątzna masa [kg]	Liczba [szt.]	Średnia masa 1 szt. [kg]
Karp <i>Cyprinus carpio</i> L.	128,0	94	1,36	232,6	192	1,21	178,0	147	1,21
Lin <i>Tinca tinca</i> L.	29,2	80	0,36	51,1	151	0,33	31,3	94	0,33
Leszcz <i>Abramis brama</i> L.	152,5	443	0,34	188,2	536	0,35	185,8	517	0,35
Węgorz <i>Anguilla anguilla</i> L.	2,3	4	0,57	5,8	9	0,64	4,1	7	0,58
Amur biały <i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)	13,3	7	1,90	8,7	7	1,24	–	–	–
Jaź <i>Leuciscus idus</i> L.	15,8	46	0,34	11,0	28	0,39	4,8	13	0,36
Szczupak <i>Esox Lucius</i> L.	184,3	130	1,41	188,3	136	1,38	105,1	76	1,38
Sandacz <i>Stizostedion lucioperca</i> L.	13,6	10	1,36	23,7	16	1,48	9,9	12	0,82
Sum <i>Silurus glanis</i> L.	17,8	2	8,90	–	–	–	–	–	–
Okoń <i>Perca fluviatilis</i> L.	7,5	41	0,18	3,4	20	0,17	10,4	66	0,15
Płoc <i>Rutilus rutilus</i> L.	92,7	914	0,10	181,5	1729	0,10	161,1	1561	0,10
Ukleja <i>Alburnus alburnus</i> L.	0,8	68	0,01	–	–	–	–	–	–
Krąp <i>Blicca bjoerkna</i> L.	7,9	69	0,11	–	–	–	2,3	15	0,15
Karaś <i>Carassius carassius</i> L.	17,9	77	0,23	52,3	163	0,32	7,8	17	0,45

Zarybienia zbiornika Rogoźnik I prowadzone są wyłącznie rybą podchowaną, której wielkość przekracza wymiary ochronne (Tabela 7). Taka ryba po wpuszczeniu do akwenu jest praktycznie w całości odławiana i zabierana z łowiska (szacunkowo 90%). Sposób zarybienia i odłowów ryb ze zbiornika Rogoźnik I powodują brak możliwości stworzenia stada tarłowego, które wspomagałoby i wzmacniało zarybienia. Brak w zarybieniach narybków letnich szczupaka oraz sandacza powoduje zanik roczników gatunków ryb drapieżnych.

Tabela 7. Zarybienia zbiornika Rogoźnik I w latach 2014–2016 na podstawie rejestrów Okręgu Polskiego Związku Wędkarskiego w Katowicach

Gatunek ryby	Rok					
	2014		2015		2016	
	Rodzaj materiału zarybieniowego	Masa [kg]	Rodzaj materiału zarybieniowego	Masa [kg]	Rodzaj materiału zarybieniowego	Masa [kg]
Węgorz <i>Anguilla anguilla</i> L.	narybek podchowany	3,6	narybek podchowany	4,3	narybek podchowany	4,3
Karp <i>Cyprinus carpio</i> L.	handlowy	400	–	–	–	–
Karp <i>Cyprinus carpio</i> L.	kroczek	70	kroczek	63	kroczek	63
Szczupak <i>Esox lucius</i> L.	narybek jesienny	100	narybek jesienny	100	narybek jesienny	100
Jaź <i>Leuciscus idus</i> L.	kroczek	50	kroczek	35	kroczek	35
Lin <i>Tinca tinca</i> L.	kroczek	100	kroczek	100	kroczek	100
Płoc <i>Rutilus rutilus</i> L.	–	–	tarlak	55	tarlak	55
Leszcz <i>Abramis brama</i> L.	–	–	tarlak	55	dłoniak	55
Okoń <i>Perca fluviatilis</i> L.	–	–	tarlak	20	dwulatek	20

Odłowy kontrolne na zbiorniku Rogoźnik I przeprowadzono metodami wędkarskimi ze względu na nieudzielenie przez Polski Związek Wędkarski Okręg w Katowicach pozwolenia na przeprowadzenie badań metodą elektropołówów ([Załącznik cyfrowy nr 1](#) – Decyzja Okręgu PZW w Katowicach).

Połowcy za pomocą wędki są również skuteczną metodą pozyskania informacji o ichtiofaunie (masie, wymiarach i strukturze gatunkowej), ponieważ wykorzystywane mogą być różne metody wędkowania, które pozwalają odłowić ryby z różnych części zbiornika i warstw wody. Odłowy były prowadzone w sierpniu 2018 r., przez trzy dni, m.in.: metodami gruntową, spławikową, spławikowo-gruntową, muchową. Zostały określone gatunki złowionych ryb oraz ich dane ichtiologiczne (Tabela 8).

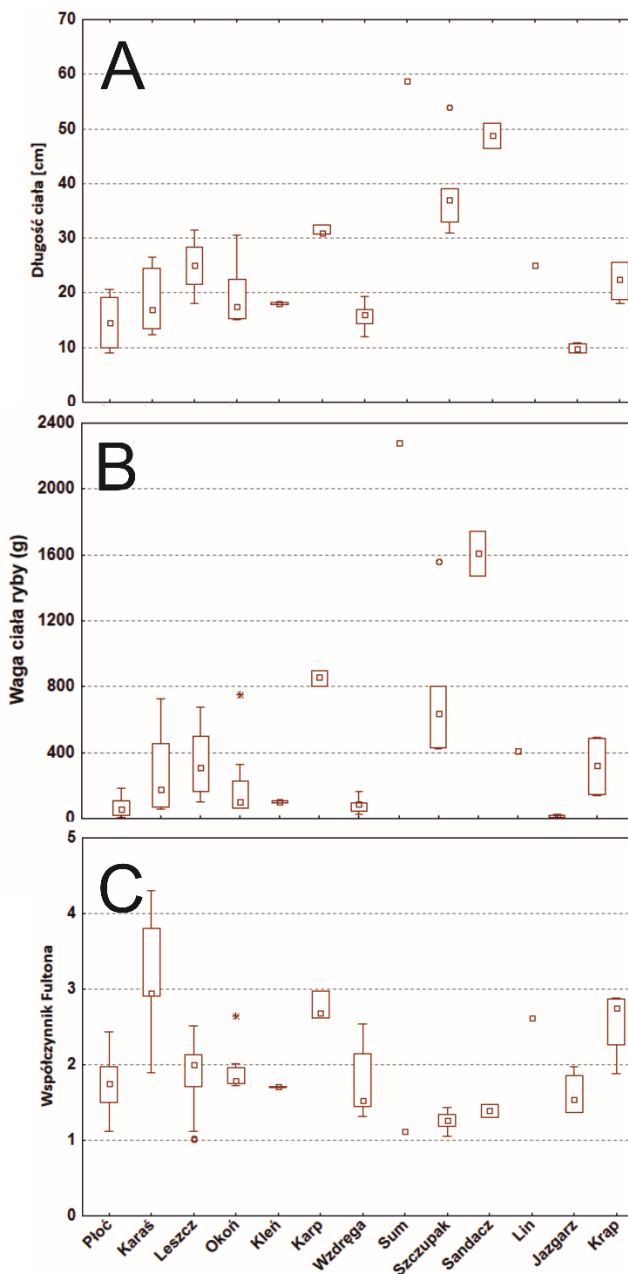
Tabela 8. Ryby odłowione metodami wędkarskimi w zbiorniku Rogoźnik I w sierpniu 2018 roku (badania własne)

Dzień 1				
Gatunek ryby	Długość ciała [cm]	Długość całkowita [cm]	Masa [g]	Współczynnik Fultona
Płoc	9,0	11,3	12	1,64
Płoc	9,5	11,8	15	1,75
Płoc	9,5	11,8	15	1,75
Płoc	10,0	12,5	18	1,8
Płoc	10,2	12,6	21	1,97
Płoc	9,3	11,7	15	1,2
Płoc	9,0	11,3	12	1,64
Płoc	9,7	12,2	19	2,08
Płoc	12,4	14,8	30	1,57
Płoc	12,5	14,3	29	1,48
Płoc	10,4	12,7	19	1,68
Karaś	13,5	16,5	72	2,92
Karaś	12,5	15,4	58	2,9
Karaś	13,7	17,0	75	2,91
Płoc	9,5	11,1	10	1,16
Karaś	14,3	17,5	90	3,07
Płoc	10,0	12,5	15	1,5
Płoc	11,5	14,0	25	1,64
Karaś	12,3	15,3	55	2,95
Karaś	13,5	16,5	68	2,76
Karaś	14,0	16,7	80	2,91
Płoc	13,7	17	45	1,75
Karaś	19,7	24,7	325	4,25
Karaś	24,0	29,3	457	3,3
Karaś	24,5	29,7	435	2,95
Leszcz	25,5	32,8	320	1,92
Leszcz	22	28,4	215	2,0
Leszcz	19,6	28,8	165	2,19
Leszcz	20,0	25,8	163	2,0
Karaś	20,5	25,3	260	1,89
Płoc	15,2	18,7	66	1,87
Płoc	18,0	19,6	76	1,30
Płoc	14,5	17,9	58	1,98

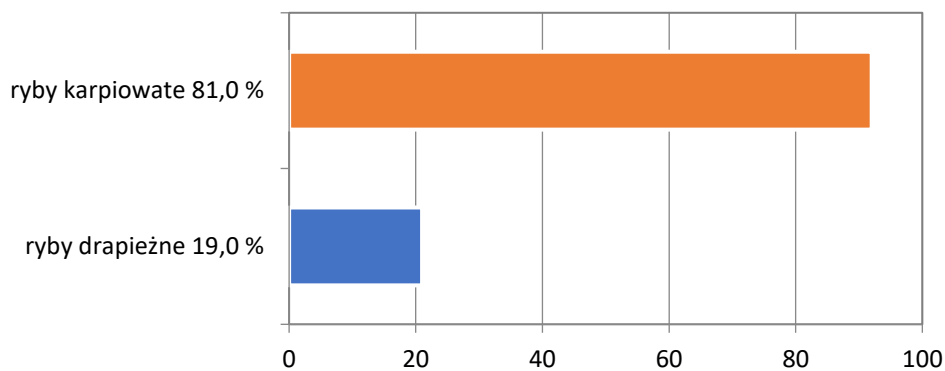
Dzień 2				
Gatunek ryby	Długość ciała [cm]	Długość całkowita [cm]	Masa [g]	Współczynnik Fultona
Karaś	25,0	30,3	595	3,80
Karaś	26,5	32,1	725	3,94
Karaś	25,0	30,3	680	4,3
Sum	58,8	64,3	2280	1,12
Szczupak	37,0	42,0	680	1,34
Szczupak	39,0	45,0	800	1,34
Szczupak	54,0	61,0	1560	1,05
Szczupak	37,0	42,5	600	1,18
Szczupak	31,0	35,0	430	1,44
Szczupak	33,0	38,5	425	1,18
Okoń	30,5	35,1	750	2,64
Płoc	18,4	22,3	135	2,16
Karp	30,7	36,0	860	2,97
Sandacz	46,5	52,5	1475	1,47
Sandacz	51,0	58,0	1745	1,31
Leszcz	30,1	39,0	625	2,29
Leszcz	30,6	39,5	675	2,35
Leszcz	30,3	38,0	600	2,15
Leszcz	31,6	40,0	675	2,13
Lin	25,0	29,7	410	2,62
Okoń	25,4	28,5	330	2,01
Okoń	19,5	22,0	130	1,75
Okoń	18,0	20,3	105	1,80
Okoń	17,1	19,4	95	1,90
Płoc	17,0	21,0	120	2,44
Płoc	16,0	19,7	90	2,19
Jazgarz	10,5	12,5	20	1,72
Jazgarz	9,0	10,5	10	1,37
Jazgarz	9,0	11,0	10	1,37
Krąp	18,0	23,7	155	2,65
Krąp	19,5	24,0	140	1,88
Krąp	25,7	32,5	485	2,85
Krąp	25,5	32,6	495	2,88
Jazgarz	10,8	13,0	25	1,98
karp	31	37,8	800	2,68
Leszcz	31,0	39,7	645	1,03
Leszcz	29,7	38,2	630	1,13
Leszcz	28,3	36,7	500	1,01
Leszcz	29,0	36,8	560	1,12
Płoc	20,5	16,5	110	1,28
Płoc	20,4	16,4	95	1,12
Płoc	20,3	16,3	105	1,25

Dzień 3				
Gatunek ryby	Długość ciała [cm]	Długość całkowita [cm]	Masa [g]	Współczynnik Fultona
Okoń	15,1	17,0	61	1,77
Kleń	18,3	22,0	105	1,71
Kleń	17,9	21,7	98	1,70
Karp	32,5	39,0	900	2,62
Wzdręga	16,5	20,5	97	2,15
Okoń	15,3	17,6	63	1,75
Wzdręga	19,1	23,8	165	2,36
Leszcz	24,7	32,1	330	2,18
Okoń	15,2	17,7	61	1,73
Płoc	16,7	20,8	81	1,73
Płoc	20,4	24,8	185	2,17
Płoc	20,7	25,6	184	2,07
Płoc	20,0	24,0	151	1,88
Leszcz	25,7	32,4	352	2,07
Leszcz	25,3	32,0	345	2,13
Leszcz	26,0	33,0	360	2,04
Wzdręga	16,1	20,3	90	2,15
Leszcz	23,7	30,0	281	2,11
Wzdręga	15,0	18,5	45	1,33
Wzdręga	14,3	17,5	45	1,53
Wzdręga	12,5	15,7	30	1,53
Leszcz	19,5	25,6	100	1,34
Leszcz	21,5	27,5	126	1,27
Wzdręga	17,0	20,5	125	2,54
Leszcz	24,6	32,0	315	2,11
Leszcz	26,9	34,1	345	1,77
Leszcz	23,9	30,2	285	2,08
Leszcz	18,1	23,7	150	2,52
Leszcz	19,5	24,1	140	1,88
Leszcz	25,8	32,6	295	1,71
Leszcz	25,7	32,5	310	1,82
Leszcz	18,0	23,7	130	2,22
Leszcz	24,3	31,0	225	1,56
Leszcz	19,4	25,6	140	1,91
Wzdręga	19,3	22,9	95	1,32
Płoc	19,2	22,9	125	1,76
Wzdręga	12,0	15,1	25	1,45
Leszcz	23,2	28,0	240	1,92
Płoc	19,5	24,5	160	2,15
Płoc	16,6	20,5	80	1,74

Współczynnika Fultona u odłowionych ryb świadczy o ich dobrej kondycji (Rys. 14). Dzięki tej analizie można stwierdzić, że zbiornik Rogoźnik I jest żyznym akwenem, bogatym w źródła pokarmu. Na podstawie odłowów określono również udział ryb drapieżnych i ryb karpowatych, który wynosił odpowiednio 19% oraz 81% (Rys. 15).



Rys. 14. Analiza parametrów ryb odłowionych w zbiorniku Rogoźnik I



Rys. 15. Udział ryb drapieżnych i ryb karpowatych w zbiorniku Rogoźnik I

Podsumowanie badań ichtiofauny

1. Odłowione w zbiorniku Rogoźnik leszcze (*Abramis brama L.*) nie wykazywały wyraźnych przyrostów, co może świadczyć o karłowaceniu gatunku, które może być skutkiem ograniczenia puli genowej populacji leszcza wynikające z chowu wsobnego.
2. Większość odławianych ryb odpowiadała wielkości zarybieniowej gatunku. Jedyny wyjątek stanowił sum (*Silurus glanis L.*).
3. Należy przypuszczać, że amury (*Ctenopharyngodon idella*) wykazane w rejestrach połowowych zostały wprowadzone przypadkowo w trakcie zarybienia karpem (*Cyprinus carpio L.*). Jest to gatunek nie wskazany dla tego zbiornika, ze względu na sposób odżywiania (ryba roślinożerna), którego konsekwencją, przy dużej liczbie osobników w akwencie, może być ograniczenie powierzchni roślinności zanurzonej. Ponadto może przyczyniać się do zwiększenia eutrofizacji wód zbiornika (tylko 30% zjadanej roślinności jest przetwarzane, reszta biogenów trafia z powrotem do zbiornika).
4. Brak narybku letniego sandacza (*Stizostedion lucioperca L.*) i szczupaka (*Esox Lucius L.*) w zarybieniach, może być przyczyną niekorzystnego udziału ryb drapieżnych w zbiorniku.
5. Szczupak (*Esox Lucius L.*) odławiany przez wędkarzy jest wielkości osobników użytych do zarybienia (narybek jesienny) co może wskazywać, że materiał zarybieniowy może być odławiany przez wędkarzy w 90%.
6. Zarybienie tarlakami powoduje praktycznie natychmiastowe ich wyłowienie – do miesiąca po zarybieniu.
7. Analizy wskazują na nieodpowiedni udział populacji ryb drapieżnych w zbiorniku, co w efekcie może prowadzić do niskich przyrostów ryb karpowatych. Może to również prowadzić do karłowacenia gatunku oraz osłabienia tarła.

3.6.2 Zoobentos w strefie przybrzeżnej zbiornika Rogoźnik I

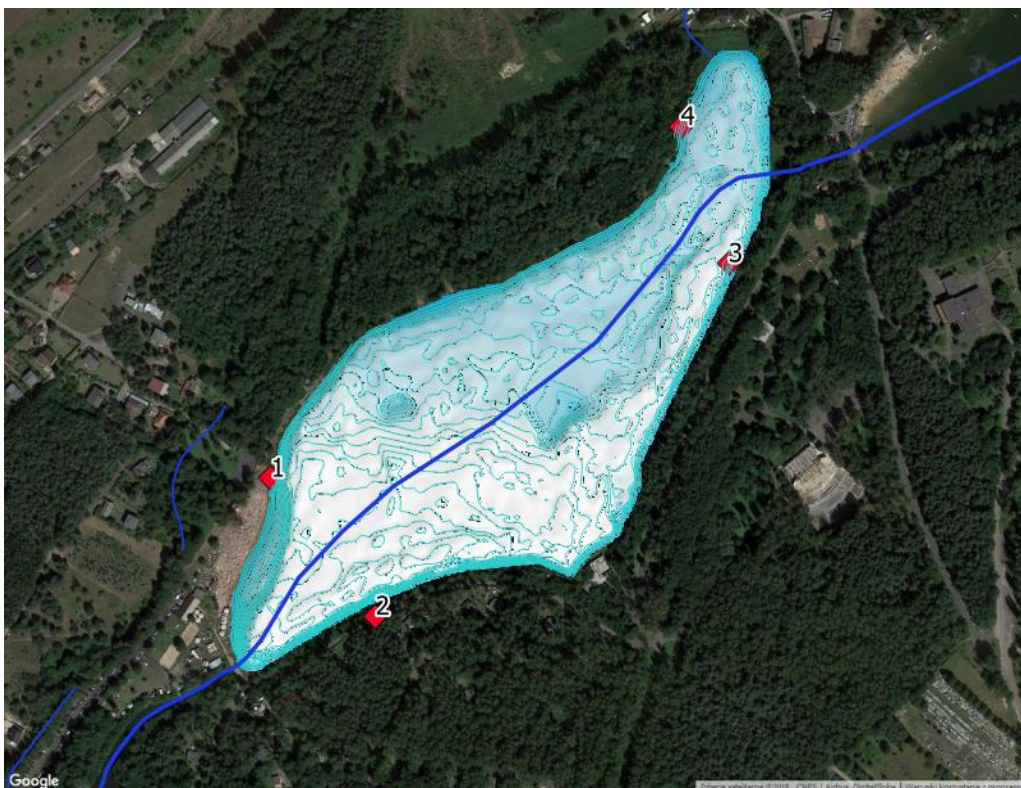
Próby fauny dennej pobrano jednorazowo w lipcu 2018 r. na czterech stanowiskach zlokalizowanych w strefie przybrzeżnej zbiornika (Rys. 16, Tabela 9). Poboru dokonano za pomocą ramy o powierzchni 0,0625 m² i wysokości 0,5 m. Na każdym stanowisku ramę wbijano w podłoże w czterech losowo wybranych miejscach. Ogółem na każdym stanowisku pobrano osady z powierzchni 0,25 m² dna.

Tabela 9. Lokalizacja stanowisk poboru prób fauny dennej

Stanowisko	Współrzędne geograficzne	Charakterystyka stanowiska
1	50°23.898'N 19°01.557'E	dno muliste <i>Myriophyllum spicatum</i> , <i>Phragmites communis</i>
2	50°23.828'N 19°01.641'E	dno piaszczyste <i>Myriophyllum spicatum</i>
3	50°24.007'N 19°01.924'E	dno piaszczyste <i>Phragmites communis</i> , <i>Typha latifolia</i> , <i>Myriophyllum spicatum</i> , <i>Sagittaria sagitifolia</i>
4	50°24.077'N 19°01.886'E	dno muliste pokryte warstwą liści opadłych z drzew <i>Lemna minor</i>

W laboratorium osady płukano na sicie o wielkości oczek 0,5 mm w celu usunięcia najdrobniejszych frakcji substratu dennego. Z przepłukanych osadów przy użyciu mikroskopu stereoskopowego wybierano makrobezkęgowce, które następnie konserwowano w 80% alkoholu etylowym i oznaczano. Większość grup została oznaczona do rangi rodziny z wyjątkiem skąposzczetów (Oligochaeta). W analizie

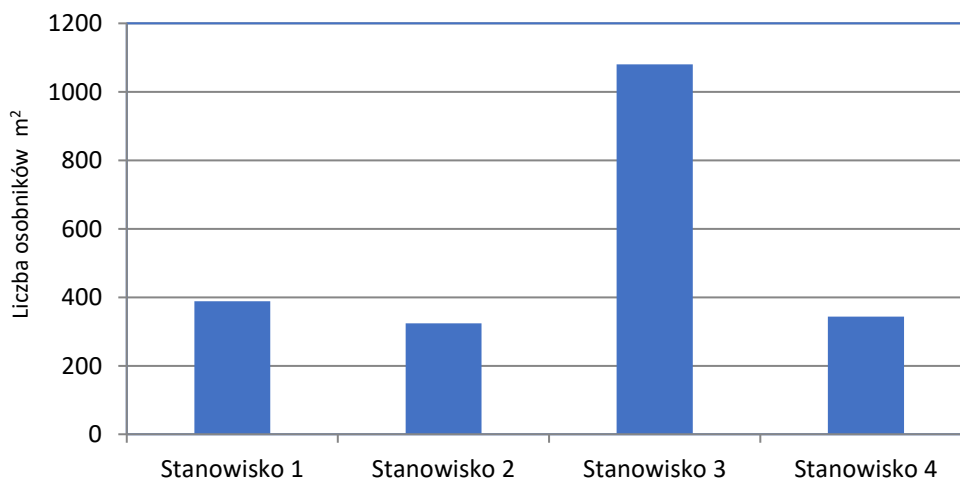
fauny dennej uwzględniono udział procentowy taksonów oraz wskaźniki różnorodności wyrażone liczbą taksonów oraz wskaźnikiem różnorodności Shannona-Wienera. W celu określenia biomasy fauny zebrane makrobezkręgowce zważono z dokładnością do 0,001 g.



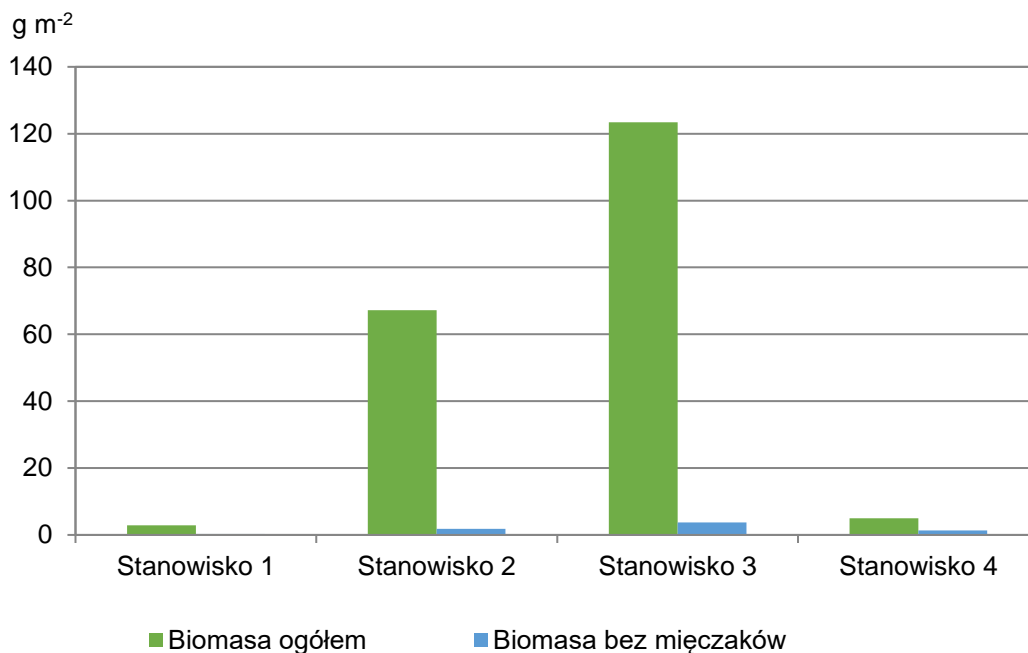
Rys. 16. Lokalizacja stanowisk poboru próbek do badań fauny dennej na zbiorniku Rogoźnik I

Podsumowanie badań zoobentosu

Przeprowadzone badania wykazały małe zagęszczenie fauny dennej w strefie przybrzeżnej zbiornika wynoszące od 324 osobników m^{-2} na stanowisku 2 do 1080 osobników m^{-2} na stanowisku 3 (Rys. 17). Biomasa makrobezkręgowców, bez uwzględnienia mięczaków, na żadnym stanowisku nie przekraczała $4 g m^{-2}$ (Rys. 18).



Rys. 17. Zagęszczenie fauny dennej na stanowiskach badań w zbiorniku Rogoźnik I



Rys. 18. Biomasa fauny dennej na stanowiskach badań w zbiorniku Rogoźnik I

Na stanowiskach badań stwierdzono występowanie od 12 do 21 taksonów. Na wszystkich stanowiskach w faunie przeważały larwy muchówek z rodziny ochotkowatych (*Chironomidae*). Na stanowisku 2 liczniej reprezentowane w zbiorze były larwy ważek z rodziny łątkowatych (*Coenagrionidae*), na stanowisku 3 skąposzczety (*Oligochaeta*), a na stanowisku 4 ślimaki z rodziny zagrzebkowatych (*Bithyniidae*). Różnorodność fauny wyrażona wartością wskaźnika Shannona-Wienera wynosiła od 1,63 na stanowisku 4 do 2,23 na stanowisku 3 (Tabela 10).

Wyniki przeprowadzanych badań wskazują na małą biomasę makrobezkręgowców bentosowych stanowiących bazę pokarmową dla ryb spokojnego żeru.

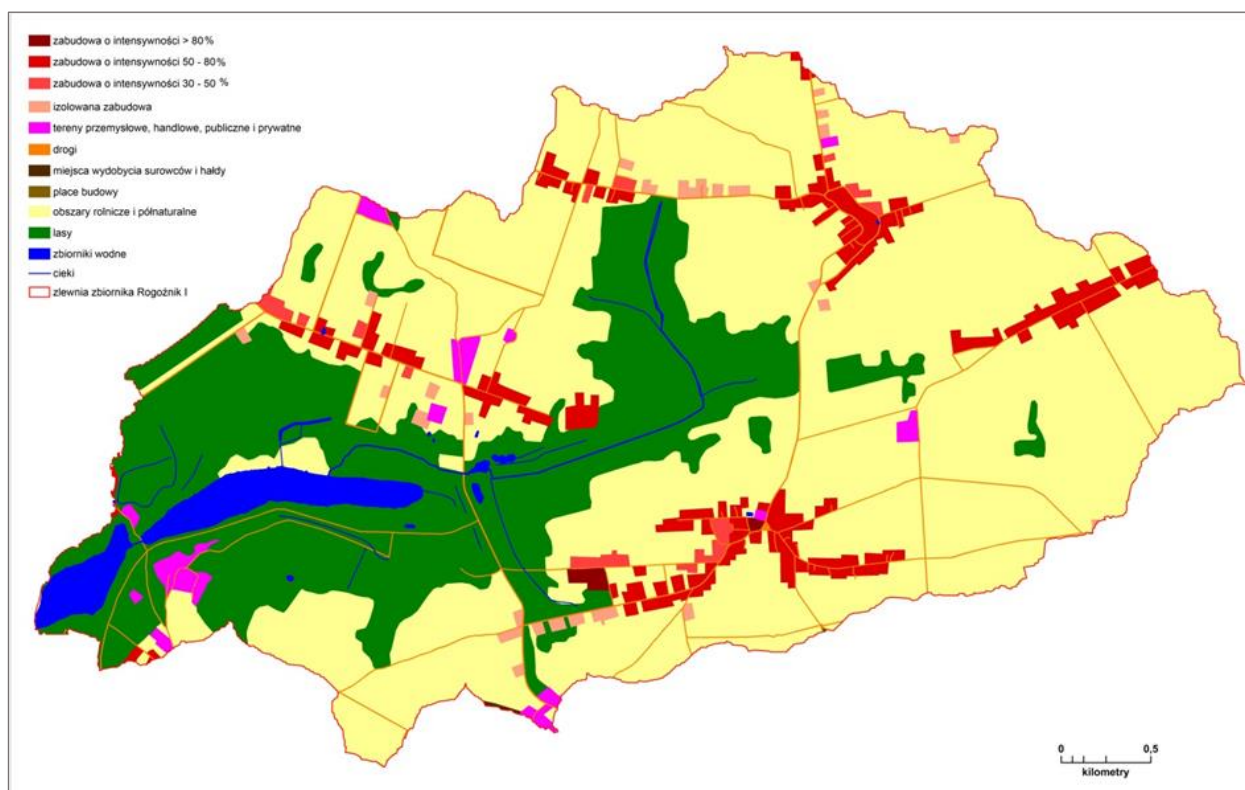
Tabela 10. Udział taksonów w faunie dennej na stanowiskach badań

Takson wyższy	Rodzina	Udział taksonów w faunie dennej [%]			
		Stanowisko 1	Stanowisko 2	Stanowisko 3	Stanowisko 4
<i>Turbellaria</i>	<i>Planariidae</i>		9,9		
<i>Crustacea</i>	<i>Asellidae</i>				1,2
<i>Oligochaeta</i>		9,3	8,6	23,3	3,5
<i>Hirudinea</i>	<i>Glossiphonidae</i>				1,2
<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	48,5	43,2	27,4	51,2
	<i>Ceratopogonidae</i>	9,3	7,4	3,7	2,3
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Caenidae</i>	4,1	2,5	7,8	2,3
	<i>Baetidae</i>		1,2	2,2	1,2
<i>Coleoptera</i>	<i>Haliplidae</i>	1,0		0,4	
	<i>Hydrophilidae</i>	1,0		0,8	
	<i>Dytiscidae</i>	2,1	1,2	1,5	
<i>Heteroptera</i>	<i>Corixidae</i>	9,3		5,6	

Takson wyższy	Rodzina	Udział taksonów w faunie dennej [%]			
		Stanowisko 1	Stanowisko 2	Stanowisko 3	Stanowisko 4
	<i>Naucoridae</i>			0,4	
	<i>Nepidae</i>			0,4	1,2
	<i>Pleidae</i>			0,4	
<i>Odonata</i>	<i>Coenagrionidae</i>	1,0	11,1	9,6	8,1
	<i>Platycnemidae</i>			0,4	
	<i>Aeshnidae</i>			0,4	
	<i>Libellulidae</i>		2,5		
<i>Trichoptera</i>	<i>Ecnomidae</i>		2,5	1,9	3,5
<i>Gastropoda</i>	<i>Bithyniidae</i>	7,2	3,7	3,3	20,9
	<i>Lymnaeidae</i>	1,0	6,2	3,7	
	<i>Planorbidae</i>			0,4	2,3
	<i>Physidae</i>			6,3	
	<i>Acroloxidae</i>				1,2
<i>Bivalvia</i>	<i>Sphaeriidae</i>	6,2			
	<i>Unionidae</i>			0,4	
Liczba taksonów		12	12	21	13
Wskaźnik Shannona-Wienera		1,78	1,92	2,23	1,63
Zagęszczenie fauny dennej (osobników m ⁻²)		388	324	1080	344
Biomasa – ogółem (g m ⁻²)		2,864	67,204	123,456	4,96
Biomasa –bez mięczaków (g m ⁻²)		0,256	1,792	3,736	1,320

3.7 Sposoby użytkowania terenu

Największą powierzchnię w zlewni zbiornika Rogoźnik I stanowią tereny rolnicze i siedliska półnaturalne, których powierzchnia wynosi 9,4 km², co stanowi 61% powierzchni zlewni. Rozciągają się one w północnej, wschodniej i południowej części zlewni. Drugim, co do wielkości typem użytkowania terenu są lasy. Ich powierzchnia wynosi 3,9 km², co stanowi 26% powierzchni zlewni. Lasy występują w dolinie Jaworzniaka oraz zachodniej części zlewni. Niewielkie płyty lasów występują także na terenach rolniczych we wschodniej części zlewni. Zabudowa stanowi 8% powierzchni zlewni (1,2 km²), w tym największy udział (5%) ma zabudowa o intensywności 50–80%. Udział powierzchni dróg w zlewni wynosi 2% (0,3 km²). Łączna powierzchnia zbiorników wynosi 0,4 km², co stanowi 3% powierzchni całej zlewni (Rys. 19).



Rys. 19. Użytkowanie terenu zlewni zbiornika Rogoźnik I na podstawie Urban Atlas (2006)

Źródło: <https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas>

Tereny leśne w zlewni zajmują powierzchnię ok. 425 ha, co stanowi ponad 27% obszaru zlewni. W większości są to lasy liściaste i mieszane pochodzenia antropogenicznego, budowane przez takie gatunki jak brzoza brodawkowata (*Betula pendula*), sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris*), różne gatunki dębów (*Quercus sp.*), olszę czarną (*Alnus glutinosa*) oraz różne gatunki wierzb (*Salix sp.*) i topól (*Populus sp.*). Istotnym czynnikiem, który powinien korzystnie wpływać na zdolność samooczyszczania się wód powierzchniowych zasilających zbiorniki, jest fakt iż większość cieków wodnych w zlewni ma swój przebieg na obszarach leśnych.

4. Zbiornik Rogoźnik I

Zbiornik dolny (Rogoźnik I) powstał w latach 1969–1972 w wyniku przegrodzenia doliny potoku Jaworzniak w km 4+170 zaporą betonową. Charakterystykę zbiornika Rogoźnik I przedstawia Tabela 11.

Parametry zapory betonowej: długość 12 m, wysokość 4,0 m, szerokość 7,0 m. Urządzenie upustowe stanowi jaz Nr 2 – budowla klasy IV. Jest to jaz zastawkowy trzyprzęsłowy o świetle 3 x 1,08 m, wysokości $H=2,36$ m, o napędzie ręcznym. Poniżej jazu Nr 2 znajduje się kanał odprowadzający wodę ze zbiornika o średniej szerokości 3,50 m. Kanał jest trwale ubezpieczony brukiem kamiennym. Na kanale w odległości 60 m znajduje się awaryjna przegroda betonowa o długości w koronie – 12,0 m, a u podstawy – 7,0 m. Wysokość przegrody – 2,1 m. Przepust szerokości 1,0 m z prowadnicami na zastawki.

Zbiornik górny (Rogoźnik II) powstał w latach 1969–1972 w wyniku przegrodzenia doliny potoku Jaworzniak w km 4+960 zaporą betonową, po której przebiega droga asfaltowa. Charakterystykę zbiornika Rogoźnik II przedstawia Tabela 11.

Parametry zapory betonowej: długość 20 m, wysokość 4,0 m, szerokość 7,0 m. Urządzenie upustowe stanowi jaz Nr 3 – jest to budowla klasy IV. Jest to jaz zastawkowy trzyprzęsłowy o świetle 2 x 1,15 + 1,07 m, wysokości $H=2,40$ m, o napędzie ręcznym. Za niecką wypadową jazu znajduje się bystrotok długości 32,5 m odprowadzający wodę do zbiornika dolnego (Rogoźnik I).

Tabela 11. Charakterystyka zbiorników Rogoźnik I i Rogoźnik II

Poziom piętrzenia	Pojemność [tys. m ³]	Powierzchnia zalewu [ha]
Rogoźnik I		
Minimalny poziom piętrzenia Min PP 286,00 m n.p.m.	85	–
Normalny poziom piętrzenia NPP 286,50 m n.p.m.	150	12,60
Maksymalny poziom piętrzenia Max PP 287,00 m n.p.m.	215	13,00
Nadzwyczajny poziom piętrzenia Nad PP 287,20 m n.p.m.	–	–
Rogoźnik II		
Minimalny poziom piętrzenia Min PP 290,00 m n.p.m.	130	–
Normalny poziom piętrzenia NPP 291,00 m n.p.m.	330	21,58
Maksymalny poziom piętrzenia Max PP 292,00 m n.p.m.	530	25,15
Nadzwyczajny poziom piętrzenia Nad PP 292,40 m n.p.m.	–	–

Źródło: Instrukcja gospodarowania wodą dla zbiorników Rogoźnik na potoku Jaworzniak, 2007.

Minimalny poziom piętrzenia ustalono na takim poziomie, aby możliwy był zrzut wody odpowiadający wielkości przepływu gwarantowanego poniżej zbiorników $Q_{gw}=0,050$ m³/s przez okres min 10 dni przy braku odpływu ze zbiornika górnego Rogoźnik II.

Nadzwyczajny poziom piętrzenia – dopuszczalne, krótkotrwałe nadpiętrzenie, które może zaistnieć przy przejściu szczytów wielkich fal powodziowych, ustalono na takim poziomie, aby wzniesienie konstrukcji mostu drogowego przy jazie wynosiło min. 0,50 m ponad spiętrzoną wodę w zbiorniku.

4.1 Urządzenia hydrotechniczne

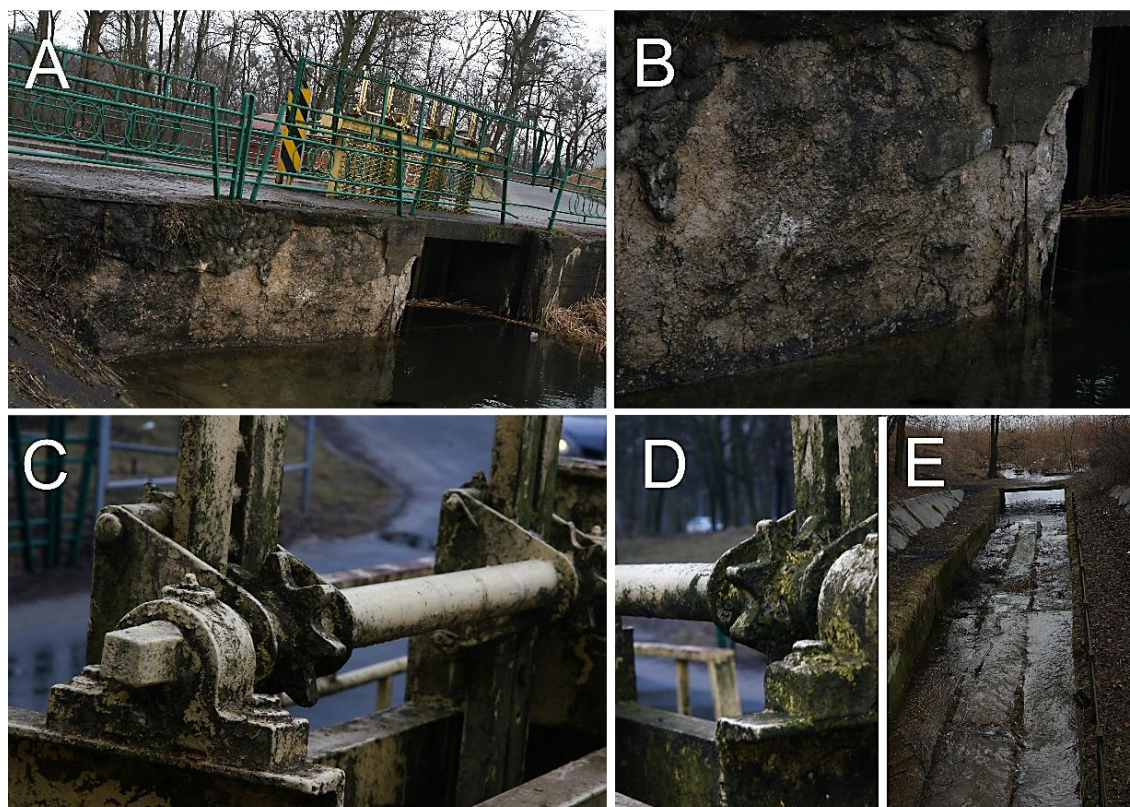
Stan techniczny obiektu – niezbędne prawem wymagania

Po oględzinach obu jazów, stwierdzono że:

- Stan techniczny budzi poważne zastrzeżenia. Mechanizmy zamknięć są niesprawne, a płynna regulacja przepływu wody niemożliwa (Fot. 6, Fot. 7);
- Mechanizmy sterowania zamknięciami jazów wymagają kompleksowego przeglądu i modernizacji;
- Konstrukcje żelbetowe mostków nad jazami wymagają wykonania ekspertyzy jakościowej betonów, oraz opracowania metody uszczelnienia dylatacji i szwów roboczych oraz likwidacji kawern i ubytków masy skorodowanego betonu;
- Na jazach Rogoźnik I oraz Rogoźnik II występują zagrożenia bezpiecznej eksploatacji. Nieprawidłowości związane z penetracją konstrukcji betonowych przez wody opadowe infiltrujące z korony jazu i kładki roboczej przy mechanizmach wyciągowych są widoczne gołym okiem;
- Uszczelnienie zastawek wykonano przez zasypanie ich materiałem ziemnym, co uniemożliwia ich ruch.
- Kluczowym zadaniem dla poprawy i późniejszego utrzymania na odpowiednim poziomie bezpieczeństwa przeciwpowodziowego gminy jest ustalenie administratorów wszystkich urządzeń wodnych stanowiących zbiorniki wodne Rogoźnik I oraz II;
- Na obiekty piętrzące winny być złożone książki obiektu budowlanego i dokonywane cyklicznie oceny stanu technicznego obiektu budowlanego;
- Ponadto oba zbiorniki powstały w wyrobiskach piaskowych w ciągu cieku na skutek piętrzenia urządzeniami wodnymi. Taki rodzaj szczególnego korzystania z wód wymaga decyzji pozwolenia wodnoprawnego wydanego na wniosek administratora przez Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie z siedzibą w Gliwicach przy ul Sienkiewicza 2.



Fot. 6. Infrastruktura budowlana wokół zbiornika Rogoźnik I: A – Zastawki Jaz 2 (zasuwy płaskie podnoszone mechanizmami palczatkowymi); B – stara przystań na wschodnim brzegu zbiornika; C – ruiny starej kawiarni; D – studzienka instalacji odwodnienia nieistniejącej infrastruktury, E – fundamenty nieistniejącej infrastruktury



Fot. 7. Jaz piętrzący wody Jawornika (Rogoźnik II): A- jaz od strony północnej, B – uszkodzona struktura betonu jazu; C i D- urządzenia spustowe jazu; E - kanał doprowadzający wody do zbiornika Rogoźnik I

Zasady prowadzenia książki obiektu budowlanego

Zasady prowadzenia książki obiektu budowlanego są uregulowane w obowiązującym rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie książki obiektu budowlanego (Dz. U. nr 120, poz. 1134). Rozporządzenie zostało wydane na podstawie art. 64 ust. 4 Prawa budowlanego (Dz. U. 1994 Nr 89 poz. 414).

WZÓR KSIĄŻKI OBIEKTU BUDOWLANEGO

/.../

§ 2. Książka powinna być założona w dniu przekazania obiektu budowlanego, zwanego dalej „obiektem”, do użytkowania i systematycznie prowadzona przez okres jej użytkowania.

§ 3.1. Książka powinna mieć format A4 i być wykonana w sposób trwały, zapewniający przydatność do użytkowania w całym okresie użytkowania obiektu.

§ 4. 1. Książka powinna mieć strony ponumerowane oraz zabezpieczone w sposób chroniący przed ich usunięciem lub wymianą.

2. W przypadku wypełnienia całej książki zakłada się jej kolejny tom, wpisując na stronie tytułowej numer kolejny tomu oraz datę założenia.

Sposób wpisywania danych podają dalsze paragrafy rozporządzenia:

§ 5. Wpisy do książki obejmują:

1) podstawowe dane identyfikujące obiekt:

- a) rodzaj obiektu i jego adres,
- b) właściciela, zarządcę – nazwę lub imię i nazwisko,
- c) protokół odbioru obiektu – numer i datę sporządzenia,
- d) pozwolenie na użytkowanie obiektu – nazwę organu, który wydał, numer i datę wydania,
- e) zmianę właściciela lub zarządcy – numer i datę protokołu przejścia obiektu,
- f) wpis o zamknięciu książki, datę jej założenia,

- 2) dane ogólne o obiekcie budowlanym wraz z wykazami dokumentacji, w tym dokumentacji technicznej przekazanej właścicielowi (zarządcy) przy zakładaniu książki obiektu,
 - 3) plan sytuacyjny obiektu, z zaznaczonymi granicami nieruchomości, określający również usytuowanie miejsc przyłączenia obiektu do sieci uzbrojenia terenu oraz armatury lub urządzeń przeznaczonych do odcięcia czynnika dostarczanego za pomocą tych sieci, a w szczególności gazu, energii elektrycznej i ciepła,
 - 4) protokoły kontroli oraz badań określonych w art. 62 ust. 1 i 2 Prawa budowlanego oraz przeprowadzonych remontów i przebudowy obiektu.
- § 6.1. Wpisy do książki obiektu powinny być dokonane w dniu zaistnienia okoliczności, dla której jest wymagane dokonanie odpowiedniego wpisu.
2. Wpis do książki powinien:
- 1) zawierać dane identyfikujące dokument będący przedmiotem wpisu, określać ważne ustalenia w nim zawarte oraz dane identyfikujące osobę, która dokument wystawiła,
 - 2) cechować się jednoznacznością i zwięzłością.
 - 3) Wpisów, o których mowa w § 5 ust. 1 pkt 1 lit. a) i b), dokonuje właściciel lub zarządca obiektu albo osoba upoważniona przez właściciela lub zarządcę.
- 4) Sprostowania błędów we wpisach dokonuje się przez przekreślenie wyrazów pojedynczą linią oraz umieszczenie daty i podpisu osoby dokonującej zmiany ...

Strona tytułowa książki obiektu budowlanego powinna mieć określoną (jak w załączniku do rozporządzenia) formę: powinna zawierać podstawowe informacje o obiekcie budowlanym i samej książce tegoż obiektu.

Według wiedzy autorów opracowania jazy są własnością osób fizycznych i Urząd Gminy powinien zwrócić się do właścicieli tych urządzeń wodnych z zapytaniem czy posiadają następujące niezbędne dokumenty:

- Operat wodnoprawny,
- Instrukcja Gospodarowania Wodą,
- Instrukcja zależnego Gospodarowania wodą,
- Pozwolenie wodnoprawne,
- Książka obiektu budowlanego,
- Przeglądy okresowe obiektu budowlanego (budowli piętrzącej).

4.2 Sposoby korzystania ze zbiornika Rogoźnik I

Rejon zbiornika Rogoźnik I jest atrakcyjnym miejscem rekreacji i wypoczynku nie tylko dla mieszkańców gminy Bobrowniki, ale także mieszkańców konurbacji Górnośląsko-Zagłębiowskiej. Ma on duży potencjał do uprawiania rekreacji i turystyki weekendowej i rowerowej. O jego atrakcyjności decydują przede wszystkim zespół zbiorników paciorkowych na potoku Jaworznik – najwyżej położony jest zbiornik Rogoźnik III (o zmiennej powierzchni wahającej się od 0,3 do 1,0 ha), następnie Rogoźnik II (24,8 ha) oraz Rogoźnik I (12,3 ha) oraz kanały wokół Wyspy Ciszy (powierzchnia kanałów – 1,2 ha). Tereny te posiadają wysokie walory krajobrazowe i przyrodnicze. Występują na nich unikatowe siedliska roślinności m.in. murawy kserotermiczne, buczyny oraz grądy. Atrakcyjność turystyczną tego obszaru, szczególnie patrząc pod kątem turystyki rowerowej, podnosi bliskie sąsiedztwo Świerklańca, a także innych zbiorników wodnych takich jak: Chechło-Nakło, Kozłowa Góra, Pogorie I–VI oraz Przeczyce.

Turystyka i rekreacja są prowadzone na zbiornikach w sposób częściowo zorganizowany. W południowo-zachodniej części zbiornika Rogoźnik I znajduje się miejsce do kąpielii z plażą i pomostami. Istnieje możliwość pływania małymi łodziami o długości do 4 m, wypożyczenia rowerów wodnych. Na zbiorniku Rogoźnik II zlokalizowana jest wypożyczalnia kajaków i rowerów wodnych. Funkcjonuje tu również

„dzika plaża”. Nad zbiornikiem można również zaobserwować liczne „dzikie biwaki”. Pomiędzy zbiornikami, w okolicy jazu nr 1 znajdują się punkty małej gastronomii.

Ważnym elementem rekreacji jest możliwość wędkowania. W tym rejonie został ustanowiony obwód rybacki rzeki Brynicy – nr 1 i wydzielone łowiska: Rogoźnik II 103 (21,6 ha) obejmujące zbiornik Rogoźnik II oraz Rogoźnik I NR 110 (13 ha) obejmujące Rogoźnik I oraz kanał poniżej zbiornika.

Działalność wędkarska jest prowadzona przez Polski Związek Wędkarski (PZW) okręg Katowicki, koło PZW nr 103 Rogoźnik. Łowisko Nr 110 ma własny regulamin¹. Zgodnie z tym regulaminem na zbiorniku wodnym można łowić następujące gatunki ryb: karp, karaś, lin, amur, leszcz, płoć, wzdręga, węgorz, szczupak, okoń, sandacz, sum.

Na wschodnim brzegu zbiornika Rogoźnik I znajduje się park o powierzchni ok. 31,6 ha, w tym ok. 1,4 ha zajmuje Wyspa Ciszy. Położony jest na terenie od ul. Gminnej do zbiornika Rogoźnik II przy ul. Cmentarnej. W parku znajduje się Amfiteatr, siłownia na wolnym powietrzu, Bikepark oraz ok. 3,4 km wyasfaltowanych ścieżek, z których chętnie korzystają osoby uprawiające nordic walking.

Rejon zbiornika Rogoźnik I jest również atrakcyjnym obszarem turystyki rowerowej. Aleje Parku w Bobrownikach oraz ścieżki wokół trzech akwenów stanowią fragment licznych ścieżek rowerowych opisywanych m.in. na portalach rowerowych: Traseo, Rowerem po Śląsku, Czas na rower². Trasy rowerowe do Rogoźnika prowadzą m.in. z Bytomia (około 14 km), Dąbrowy Górniczej (22 km), Gliwic (39 km), Jaworzna (42 km), Katowic (19 km), Mysłowic (26 km), Siemianowic (12 km), Tarnowskich gór (16 km) oraz Tychów (41 km).

W parku były i są organizowane różne imprezy, m.in. Mistrzostwa Polski Redukcyjnych Modeli Pływających klas NS (2012), Mistrzostwa Powiatu Będzińskiego w pływaniu na „byle czym” pod nazwą Woduj ByleECO (2012), BobryWalking (2018), zawody wędkarskie, turnieje siatkówki plażowej, a także pokazy ratownictwa wodnego. W okresie zimowym są organizowane przez Wodne Ochotnicze Pogotowie Ratunkowe Rogoźnik również pokazy ratownictwa lodowego³.

Walory użytkowe terenu wokół zbiorników ogranicza zdewastowana infrastruktura. We wschodniej części zbiornika Rogoźnik I znajduje się stara przystań (Fot. 6 B) ruiny starej kawiarni (Fot. 6 C, Fot. 8). Widoczny jest również zły stan jazów 1, 2 i 3 (Rys. 1, Fot. 6 A, Fot. 7 A).

Mało wykorzystane są warunki krajobrazowe i środowiskowe tego terenu pod kątem prowadzenia edukacji przyrodniczej i ekologicznej. Obecnie infrastruktura edukacyjna ograniczona jest jedynie do ścieżek z tablicami (Fot. 9). Widoczny jest brak przemyślanego i zintegrowanego podejścia do wykorzystania walorów przyrodniczych tego obszaru do celów nowoczesnej edukacji ekologicznej skierowanej zarówno do dzieci i młodzieży, jak i osób dorosłych, szczególnie tych, które są nastawione na obcowanie z naturą.

Niestety wybierając się nad zbiorniki wodne w Rogoźniku spotykamy wszędzie pozostawione przez wypoczywających i wędkarzy sterty śmieci. Ponadto w wielu miejscach są dzikie wysypiska, na których można znaleźć opony czy zużyty sprzęt RTV i AGD, odpady wielkogabarytowe oraz budowlane (Fot. 10).

¹ Regulamin Łowiska Zbiornik Wodny Rogoźnik I Nr 110 <http://www.pzw.org.pl/rogoznik/> [dostęp: 10.10.2018]

² Rogoźnik-Świerklaniec-Chechło-Zielona 19.06.2014 <https://www.traseo.pl/trasa/rogoznik-swierklaniec-chechlo-zielona-2-aa4-6-aa9>, [dostęp: 10.10.2018]

Rogoźnik trasy rowerowe, <http://roweremposlasku.pl/trasy-rowerowe-tychy-zalew-rogoznik> [dostęp: 10.10.2018]

Czas na rower, <http://www.czasnarower.pl/trasy/tag/rogoznik> [dostęp: 10.10.2018]

³ Nie tylko dla „morsów”... ćwiczenia i pokazy ratownictwa lodowego, 22.01.2013, <http://lowojkowice.eu/nie-tylko-dla-morsow-cwiczenia-i-pokazy-ratownictwa-lodowego-rogoznik-2013> [dostęp: 10.10.2018]



Fot. 8. Ruiny i najbliższe otoczenie dawnej kawiarni



Fot. 9 Tablice na szlaczce edukacyjnej wokół zbiorników Rogoźnik



Fot. 10. Pozostawione w terenie odpady komunalne – A, B, C „dzikie wysypiska” odpadów; D, E – śmieci pozostawione na stanowiskach wędkarskich

4.3 Charakterystyka czaszy

Charakterystykę czaszy zbiornika Rogoźnik I opracowano na podstawie pomiarów batymetrycznych (z użyciem sonarów) i analizy dokumentów hydrotechnicznych zbiornika. Ponadto wykonano również charakterystykę czaszy zbiornika Rogoźnik II.

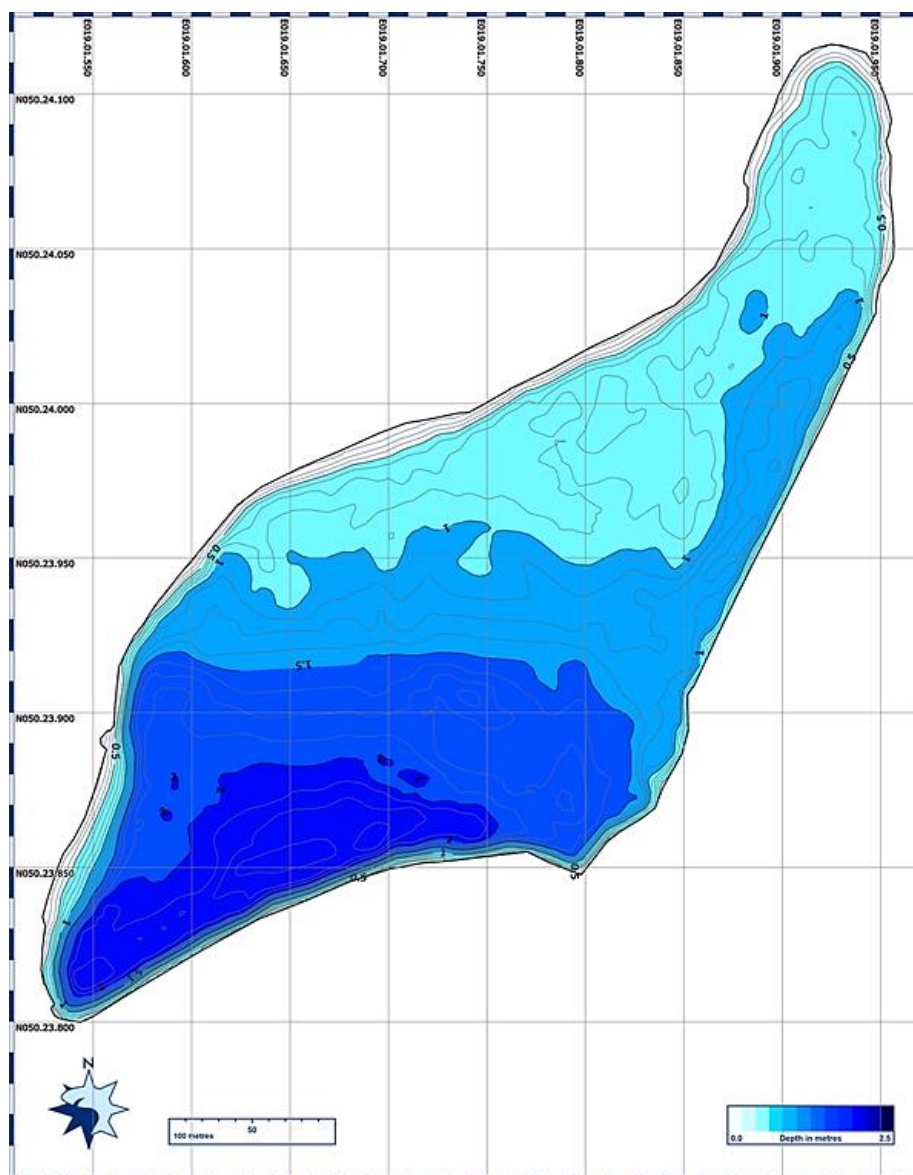
Numeryczne modele czaszy zbiorników opracowano na podstawie danych z pomiarów batymetrycznych wykonanych za pomocą zestawów Lowrance HDS-5X Gen2. Wykorzystany system przeznaczony jest do prowadzenia pomiarów na wodach śródlądowych, w szczególności zbiornikach o małej głębokości. Został opracowany przez Uniwersytet Śląski w Katowicach i firmę MaxiMapa Sp. z o.o. i stanowi przedmiot zgłoszenia patentowego.

Na zbiornikach Rogoźnik I i Rogoźnik II dokonano pomiarów z rozstawem sonarów co 10 m. Zebrane dane poddano obróbce i analizie z wykorzystaniem oprogramowania ReefMaster®. Na podstawie danych wyznaczono parametry głębokości zbiorników i dokonano rekonstrukcji 3D kształtu czaszy obu zbiorników. Pomiary wykonano 12 kwietnia 2018 r. (Fot. 11).

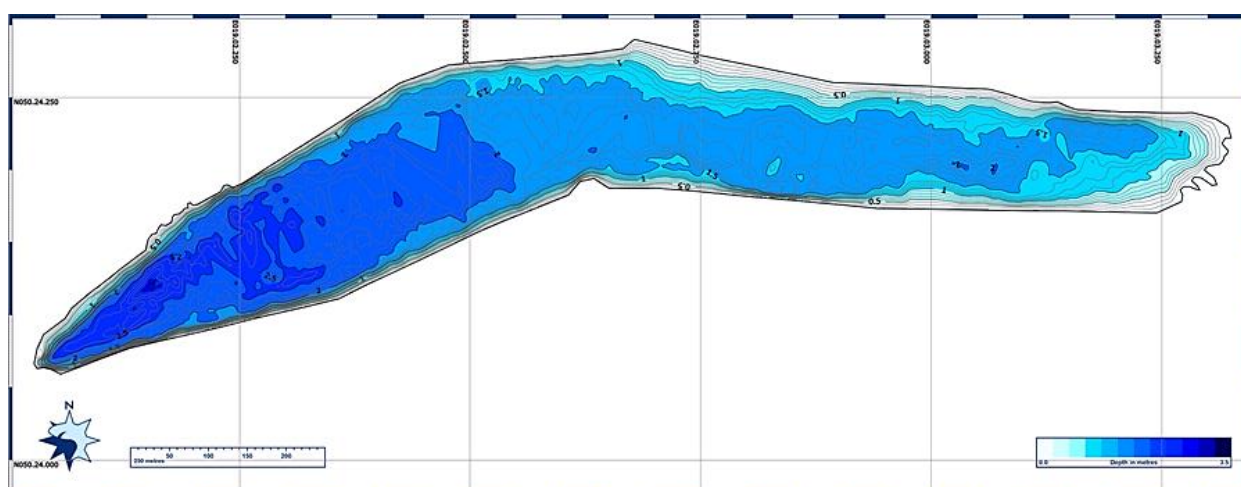


Fot. 11. Sposób prowadzenia pomiarów batymetrycznych

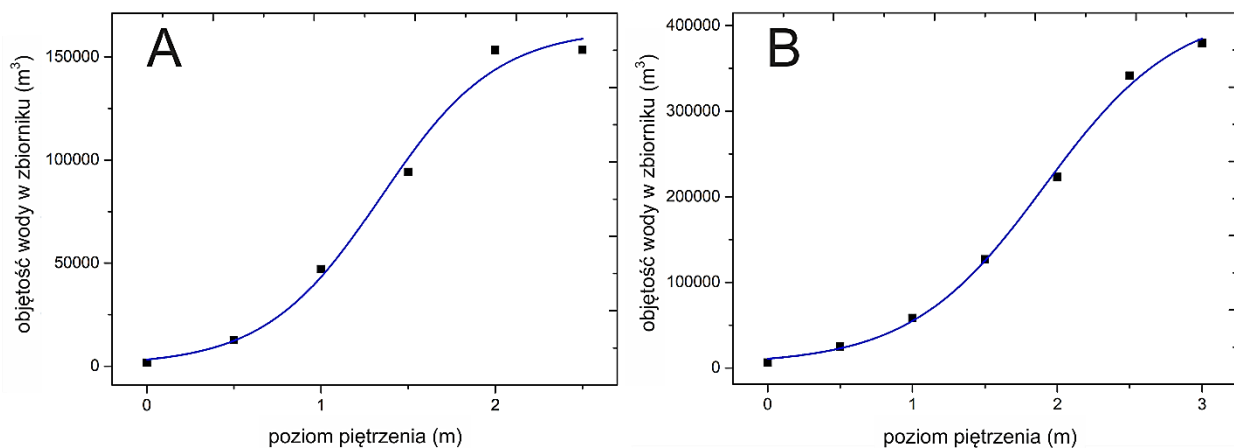
Mapy batymetryczne zbiorników Rogoźnik I oraz II prezentują odpowiednio Rys. 20 oraz Rys. 21. Na podstawie uzyskanych modeli czaszy zbiorników sporządzono krzywe napełnienia zbiorników (Rys. 22). Wartości głębokości i objętości zbiorników Rogoźnik I oraz Rogoźnik II wyznaczone metodami sonarograficznymi przedstawiają Tabela 12 oraz Tabela 13.



Rys. 20. Mapa batymetryczna zbiornika Rogoźnik I



Rys. 21. Mapa batymetryczna zbiornika Rogoźnik II



Rys. 22. Krzywe napełnienia zbiorników Rogoźnik I (A) i Rogoźnik II (B) wykonane na podstawie pomiarów batymetrycznych (interpolacja danych i analiza batymetrii z użyciem ReffMaster2)

Tabela 12. Parametry głębokości i objętości zbiornika Rogoźnik I wyznaczone technikami sonarograficznymi

Wyszczególnienie	Mapowana powierzchnia	123 071 m ²	
Powierzchnia ograniczająca [m]	513,00	585,00	–
North	–	N050.24.115	–
South	–	N050.23.800	–
East	–	E019.01.957	–
West	–	E019.01.524	–
Max głębokość [m]	–	2,48	–
Min głębokość [m]	–	0,04	–
Średnia głębokość [m]	–	1,26	–
dolna granica [m]	górną granica [m]	objętość wody [m ³]	powierzchnia [m ²]
0,00	0,50	60 036	123 071
0,50	1,00	51 041	115 809
1,00	1,50	27 662	74 261
1,50	2,00	14 193	41 240
2,00	2,50	2 585	13 910

Tabela 13. Parametry głębokości i objętości zbiornika Rogoźnik II wyznaczone technikami sonarograficznymi

Wyszczególnienie	Mapowana powierzchnia	248 284 m ²	
Powierzchnia ograniczająca [m]	1 537,00	427,00	–
North	–	N050.24.290	–
South	–	N050.24.059	–
East	–	E019.03.325	–
West	–	E019.02.027	–
Max głębokość [m]	–	3,05	–
Min głębokość [m]	–	0,00	–
Średnia głębokość [m]	–	1,59	–
dolna granica [m]	górną granica [m]	objętość wody [m ³]	powierzchnia (m ²)
0,00	0,50	117705	247 833
0,50	1,00	105475	222 803
1,00	1,50	91230	198 751
1,50	2,00	54783	158 999
2,00	2,50	22744	69 191
2,50	3,00	2467	18 199
3,00	3,50	6	241

Załącznik cyfrowy nr 2 zawiera mapy batymetryczne zbiorników Rogoźnik I oraz Rogoźnik II w wysokiej rozdzielczości (pliki PNG oraz KML).

4.3.1 Morfometria zbiorników Rogoźnik I oraz Rogoźnik II

Jednym z podstawowych elementów niezbędnych do rozpoznania problemów limnologicznych jest określenie parametrów morfometrycznych misy jeziora (zbiornika). Na podstawie parametrów morfometrycznych zbiornika możemy dokonać oceny zasobów wodnych, określić warunki rozwoju zjawisk i procesów w zbiorniku, ustalić kierunek i skalę zmian powierzchni wody i dna zbiornika, wykonać obliczenia bilansu wodnego jeziora. Znajomość parametrów morfometrycznych daje także możliwość porównywania poszczególnych zbiorników (Choiński, 2007).

Powierzchnia jeziora jest najczęściej określana jako średnia wartość izobaty 0 m, czyli miejsca zetknięcia wody z lądem. Długość jeziora, to odległość łącząca najdalej położone punkty zbiornika, mierzona wzdłuż jego osi. W zbiornikach o silnie rozwiniętej linii brzegowej długość mierzy się wzdłuż osi łamanej, która nie wychodzi jednak poza obręb zbiornika. Długość zbiornika ma znaczenie przy formowaniu się fal i głębokości mieszania się wody. Wskaźnik wydłużenia zbiornika, jak wskazuje jego nazwa, informuje nas o kształcie zbiornika – w Polsce największym wydłużeniem charakteryzuje się Jezioro Długie na Pojezierzu Mazurskim – 25,6 (Choiński, 2007). Długość linii brzegowej ma ogromne znaczenia dla określania presji na zbiornik – im mniejszy odcinek linii brzegowej przypada na statystycznego odwiedzającego tym większe zagrożenie dla ekosystemu zbiornika. Zmierzone głębokości maksymalne i obliczone głębokości średnie na zbiornikach Rogoźnik I i II są niewielkie. Obliczone na ich podstawie wskaźniki głębokościowe wskazują na paraboloidalny kształt misy obu zbiorników.

Jednym z najważniejszych parametrów zbiornika jest jego pojemność, czyli objętość wody w nim zgromadzonej. Znając relację między zasilaniem zbiornika, a odpływem z niego jesteśmy w stanie określić m. in. tempo i czas wymiany wody w zbiorniku.

Na podstawie modelu czaszy zbiornika wyznaczono wskaźniki morfometryczne zbiorników Rogoźnik I oraz Rogoźnik II, które przedstawiono w Tabeli 14 oraz Tabeli 15.

Tabela 14. Charakterystyka morfometryczna Jeziora Rogoźnik I

Elementy charakteryzujący	Sposób kalkulacji	Wartość	Jednostka
Rzędna korony zapory	–	286,69	m n.p.m.
Normalny poziom piętrzenia	–	286,5	m n.p.m.
Piętrzenie powodziowe poziom ostrzegawczy	–	do wyznaczenia	m n.p.m.
Piętrzenie powodziowe poziom alarmowy	–	do wyznaczenia	m n.p.m.
Przepływ miarodajny Q 1%	–	do wyznaczenia	m ³ s ⁻¹
Przepływ kontrolny Q 0,3%	–	do wyznaczenia	m ³ s ⁻¹
Przepływ normalny	–	do wyznaczenia	m ³ s ⁻¹
Średni przepływ roczny	–	do wyznaczenia	m ³ s ⁻¹
Położenie geograficzne (centroid jeziora)	–	N 50,39889;E 19,02918	
NW	–	N 050,401925	
NW	–	E 019,025394	
SE	–	N 050,401925	
SE	–	E 019,025394	
Charakterystyki powierzchni jeziora			
Powierzchnia zwierciadła wody jeziora	F0	126 521,00	m ²
Długość jeziora	L	759,40	m
Szerokość średnia jeziora	$B_{\text{śr}} = F0/L$	166,61	m
Szerokość maksymalna jeziora	B_{maks}	300	m
Wskaźnik wydłużenia jeziora λ	$\lambda = L/B_{\text{śr}}$	4,56	
Długość linii brzegowej jeziora	l	1 806,10	m
Rozwinięcie linii brzegowej K	$K = l/2\sqrt{\pi F0}$	1,43	
Charakterystyki pojemności, głębokości i dna jeziora			
Pojemność jeziora	V0	154 408,00	m ³
Głębokość maksymalna	h_{maks}	2,51	m
Głębokość średnia	$h_{\text{śr}}$	1,34	m
Głębokość względna hw	$h_w = h_{\text{maks}}/\sqrt{\pi F0}$	0,0071	%
Wskaźnik głębokościowy jeziora Wg	$W_g = h_{\text{śr}}/h_{\text{maks}}$	0,53	

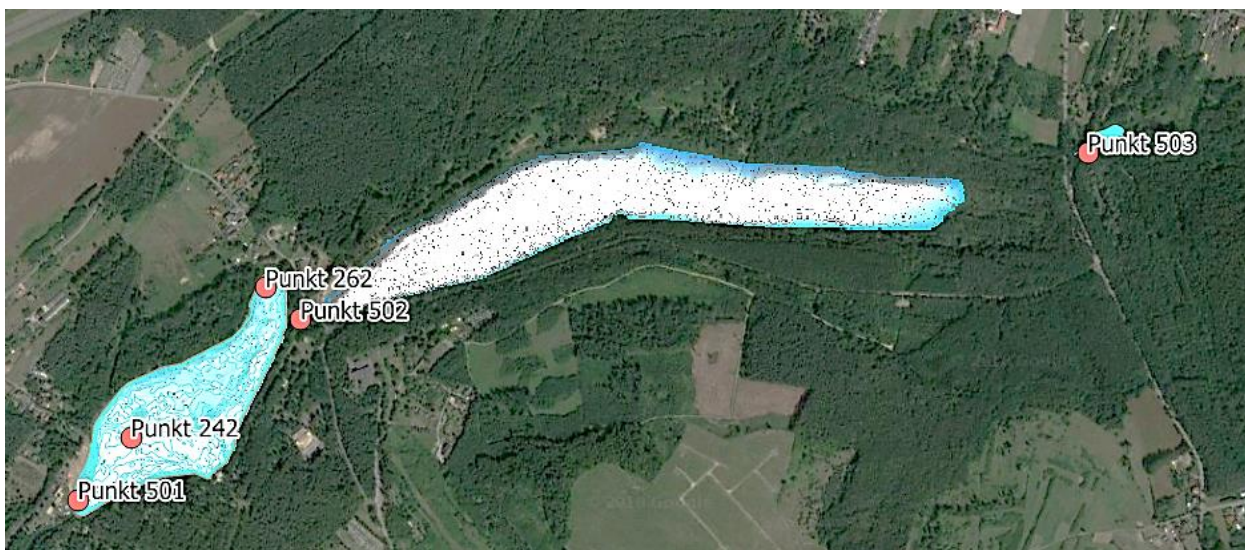
Tabela 15. Charakterystyka morfometryczna Jeziora Rogoźnik II

Elementy charakteryzujący	Sposób kalkulacji	Wartość	Jednostka
Rzędna korony zapory	–	291,66	m n.p.m.
Normalny poziom piętrzenia	–	291,0	m n.p.m.
Piętrzenie powodziowe poziom ostrzegawczy	–	do wyznaczenia	m n.p.m.
Piętrzenie powodziowe poziom alarmowy	–	do wyznaczenia	m n.p.m.
Przepływ miarodajny Q 1%	–	do wyznaczenia	m ³ s ⁻¹
Przepływ kontrolny Q 0,3%	–	do wyznaczenia	m ³ s ⁻¹
Przepływ normalny	–	do wyznaczenia	m ³ s ⁻¹
Średni przepływ roczny	–	do wyznaczenia	m ³ s ⁻¹
Położenie geograficzne (centroid jeziora)	–	N 50,40330;E 19,04440	
NW	–	N050.404829	
NW	–	E019.033790	
SE	–	N050.400990	
SE	–	E019.055410	
Charakterystyki powierzchni jeziora			
Powierzchnia zwierciadła wody jeziora	F0	248 274,00	m ²
Długość jeziora	L	1 581,50	m
Szerokość średnia jeziora	$B_{\text{śr}} = F0/L$	156,99	m
Szerokość maksymalna jeziora	B_{maks}	233,48	m
Wskaźnik wydłużenia jeziora λ	$\lambda = L/B_{\text{śr}}$	10,07	
Długość linii brzegowej jeziora	l	3 527,38	m
Rozwinięcie linii brzegowej K	$K = l/2\sqrt{\pi F0}$	1,997	
Charakterystyki pojemności, głębokości i dna jeziora			
Pojemność jeziora	V0	403 391,00	m ³
Głębokość maksymalna	h_{maks}	3,2	m
Głębokość średnia	$h_{\text{śr}}$	1,6	m
Głębokość względna hw	$h_w = h_{\text{maks}}/\sqrt{F0}$	0,0064	%
Wskaźnik głębokościowy jeziora Wg	$W_g = h_{\text{śr}}/h_{\text{maks}}$	0,50	

4.4 Fizykochemiczna i biologiczna charakterystyka wód zbiorników Rogoźnik

Pomiary parametrów jakości wody pochodzącej ze zbiorników Rogoźnik I, II i III przeprowadzono w laboratorium Wydziału Badania Wody Górnośląskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów S.A., certyfikat akredytacji nr AB 1158. Wodę do pomiarów pobrano w dniu 24 lipca 2018 roku z głębokości 10 cm od lustra wody. Lokalizację punktów poboru próbek przedstawia Rys. 23. Współrzędne geograficzne GPS punktów poboru prób oraz wyniki analiz zamieszczono w Tabeli 16.

Raporty analiz fizykochemicznych wód z punktów pomiarowych w wersji elektronicznej zawiera Załącznik cyfrowy nr 3.



Rys. 23. Mapa punktów poboru próbek wód zbiorników Rogoźnik do oceny wskaźników fizykochemicznych i biologicznych

Tabela 16. Wyniki pomiarów próbek wody z 24 lipca 2018 r. wraz z lokalizacją punktów pomiarowych

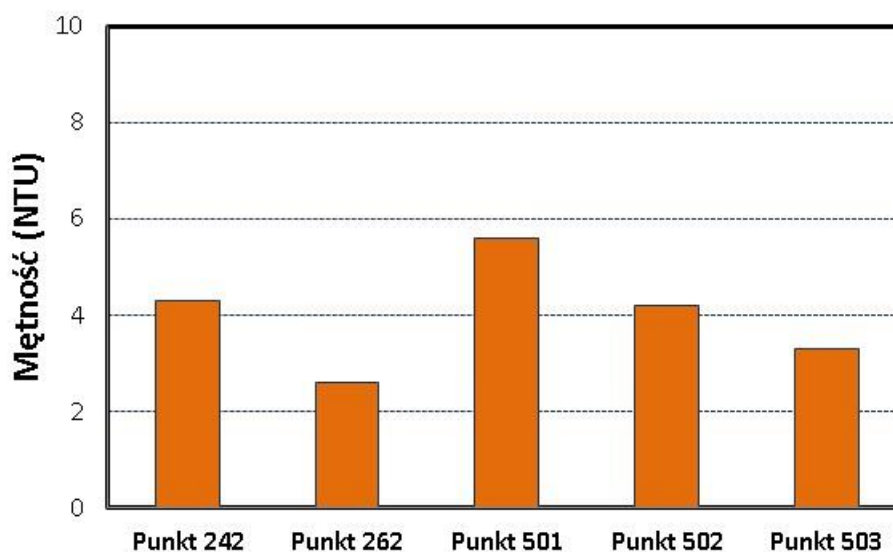
Wskaźnik	Rogoźnik I			Rogoźnik II	Rogoźnik III
	Punkt 242 50,39835811°; 19,0273295°	Punkt 262 50,40159274°; 19,0318902°	Punkt 501 50,397012°; 19,025529°	Punkt 502 50,400907°; 19,033087°	Punkt 503 50,404513°; 19,059799°
Mętność (NTU)	4,3	2,6	5,6	4,2	3,3
Barwa (mg/l Pt)	23	25	23	23	10
Odczyn pH (-)	8,5	7,9	8,6	8,5	8,3
Potencjał redox (mV)	708	728	729	736	739
Jon amonowy (mg/l)	<0,05	0,12	<0,05	0,05	<0,05
Azot amonowy (mg/l)	<0,04	0,09	<0,04	<0,04	<0,04
Azotyny (mg/l)	0,04	0,05	<0,04	0,07	0,14
Azotany (mg/l)	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	40,6
Azot mineralny (mg/l N)	0,04	0,18	0,03	0,22	9,23
Przenikalność w 254 nm (d=50mm) (j.a.)	0,278	0,339	0,326	0,302	0,197
Tlen rozpuszczony (mg/l O ₂)	11,2	7,7	10,2	8	10,4
Procent nasycenia tlenem (-)	133,6	87	121,1	89	108,8
Chlorki (mg/l)	28	28,7	28,5	28,6	22,3
Twardość ogólna (mg/l CaCO ₃)	231	250	241	260	347
Twardość ogólna (°n)	13,0	14	13,5	14,6	19,5

Wskaźnik	Rogoźnik I			Rogoźnik II	Rogoźnik III
	Punkt 242 50,39835811°; 19,0273295°	Punkt 262 50,40159274°; 19,0318902°	Punkt 501 50,397012°; 19,025529°	Punkt 502 50,400907°; 19,033087°	Punkt 503 50,404513°; 19,059799°
Zasadowość ogólna (mmol/l)	3	3,3	3	3,4	4,7
Wapń (mg/l)	51,5	59,2	52,1	59,4	92,5
Magnez (mg/l)	26,4	25,8	26,6	27,5	25,7
Sód (mg/l)	11,7	12,2	12	11,8	9,22
Części rozpuszczone ilość ogólna (mg/l)	378	372	342	317	437
Siarczany (mg/l)	78,1	77,6	78,7	82,1	70,5
Przewodność elektryczna (w 25 °C) (μS/cm)	496	538	506	550	668
Chloroform (μg/l)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Bromodichlorometan (μg/l)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Dibromodichlorometan (μg/l)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Bromoform (μg/l)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
THM suma (μg/l)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Benzo(b)fluoranten (μg/l)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(k)fluoranten (μg/l)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(a)piren (μg/l)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Indeno(1,2,3-c,d)piren (μg/l)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(g,h,i)perylene (μg/l)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
WWA suma (μg/l)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ołów (μg/l)	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Kadm (μg/l)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Nikiel (μg/l)	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Glin (μg/l)	22,9	15,9	24,6	23,1	33
Azot organiczny (mg/l N)	0,7	0,8	0,1	0,2	0,4
Azot ogólny Kjeldahla (TKN) (mg/l N)	0,7	0,9	0,1	0,2	0,4
OWO (mg/l)	5,4	4,7	6,1	5,2	2,5
RWO (mg/l)	5,4	4,6	5,9	5,2	2,5
Ortofosforany rozpuszczone (mg/l PO ₄)	0,056	0,06	0,064	0,072	0,072
Fosfor ogólny (mg/l P)	0,09	0,089	0,093	0,089	0,081
Indeks nadmanganianowy (mg/l O ₂)	6,4	5,8	5,6	5,9	3
ChZT metoda dwuchromianową (mg/l O ₂)	22	17	22	22	<10
BZT5 (mg/l O ₂)	1,8	1,9	2,8	2,9	1,8
Krzemiany (mg/l SiO ₂)	3,2	3,8	3,3	3,9	4,9
Zawiesiny ogólne (mg/l)	9	6	11	8	13
Indeks fenolowy (fenole lotne) (mg/l)	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Rtęć (μg/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bakterie grupy coli (NPL/100 ml)	517,2	2419,6	1413,6	>2419,6	>2419,6
Bakterie Escherichia coli (NPL/100 ml)	8,6	27,2	56,5	81,6	7,4

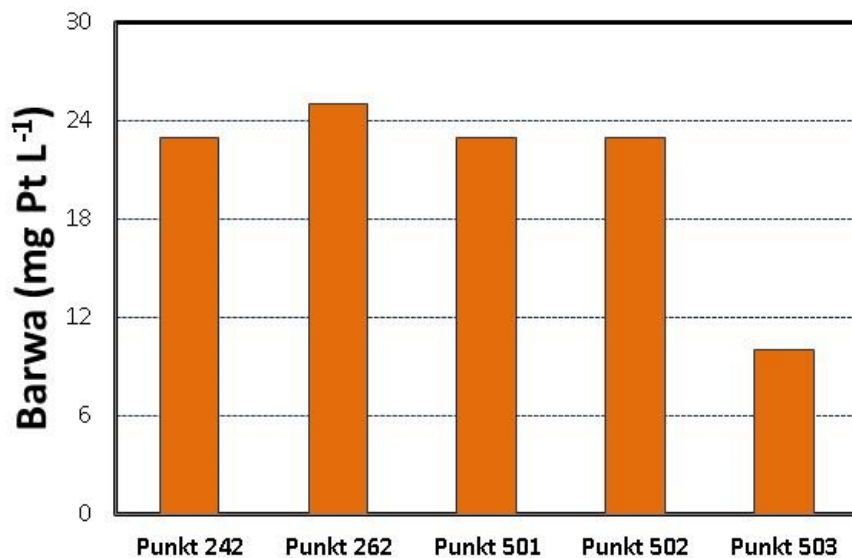
Wskaźnik	Rogoźnik I			Rogoźnik II	Rogoźnik III
	Punkt 242 50,39835811°; 19,0273295°	Punkt 262 50,40159274°; 19,0318902°	Punkt 501 50,397012°; 19,025529°	Punkt 502 50,400907°; 19,033087°	Punkt 503 50,404513°; 19,059799°
Enterokoki (j.t.k./100 ml)	0	19	8	97	93
Clostridium perfringens (łącznie z przetrwalnikami) (j.t.k./100 ml)	0	18	21	20	16
Cyanophyceae (Sinice) (liczba org./cm ³)	640	320	260	347	174
Euglenophyceae (Eugleniny) (liczba org./cm ³)	348	240	867	405	180
Dinophyceae (Bruzdnice) (liczba org./cm ³)	0	0	231	0	0
Chrysophyceae (Złotowicie) (liczba org./cm ³)	1840	925	809	578	289
Cryptophyceae (Kryptofity) (liczba org./cm ³)	153	116	140	0	85
Bacillariophyceae (Okrzemki) (liczba org./cm ³)	1032	578	1445	1792	231
Chlorophyceae (Zielenice) (liczba org./cm ³)	4960	809	4624	11560	1156
Zooplankton (liczba org./cm ³)	8	5	3	8	1
Suma organizmów planktonowych (liczba org./cm ³)	8981	2993	8379	14690	2116

Ocenę jakości wód przeprowadzono zgodnie z 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 dla typu 6 wód: potok wyżynny węglanowy z substratem drobnoziarnistym na lessach i lessopodobnych (Dz.U. 2016 poz. 1187). Kolory na rysunkach, zgodne z ustawą: odpowiadają czerwony – wody pozaklasowe, zielony klasa 2 i niebieski klasa 1.

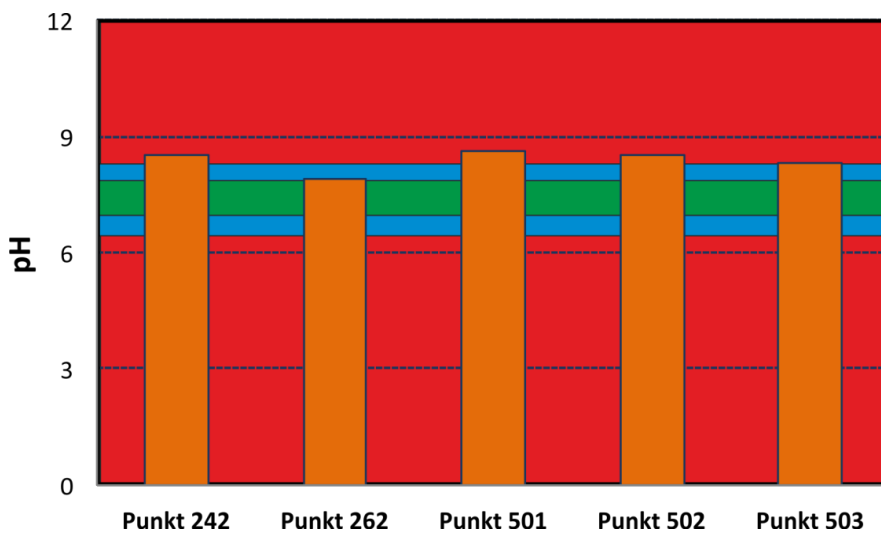
Wyniki badań wskaźników charakteryzujących jakość wody z pobranych punktów pomiarowych przedstawiono na rysunkach 24 – 64.



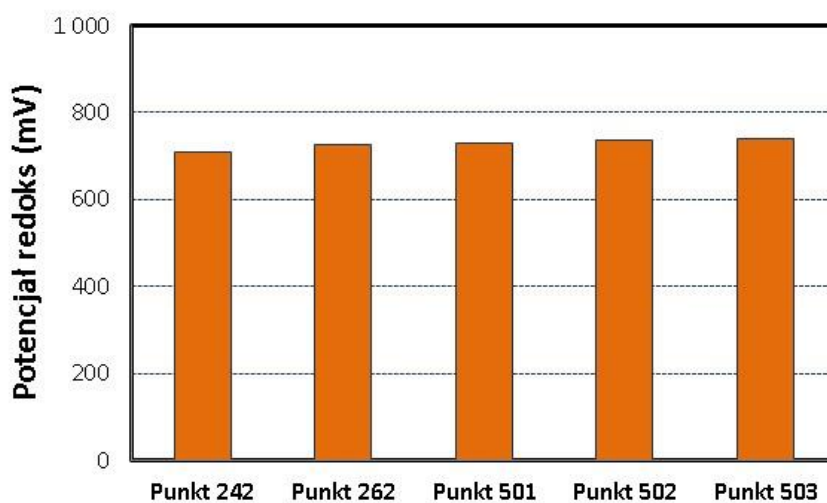
Rys. 24. Mętność wody w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



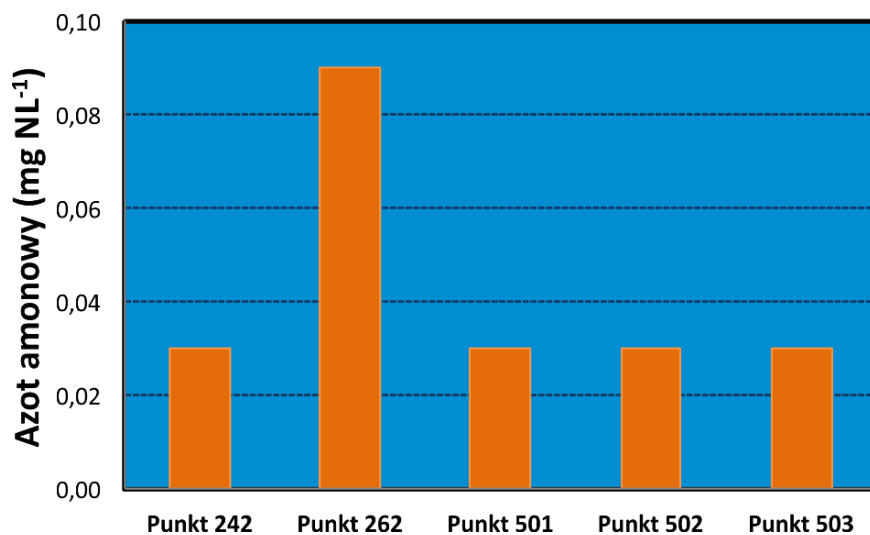
Rys. 25. Barwa wody w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



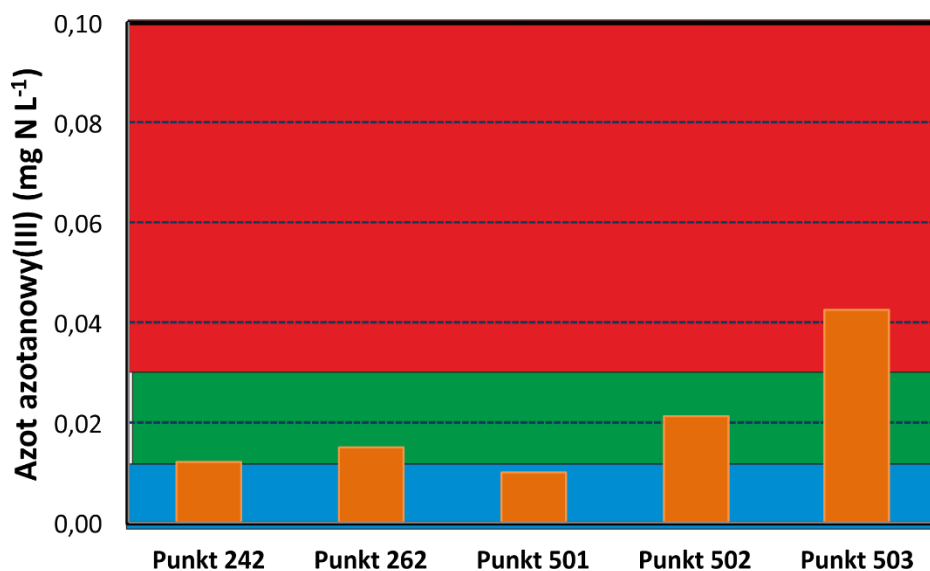
Rys. 26. Odczyn wody w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



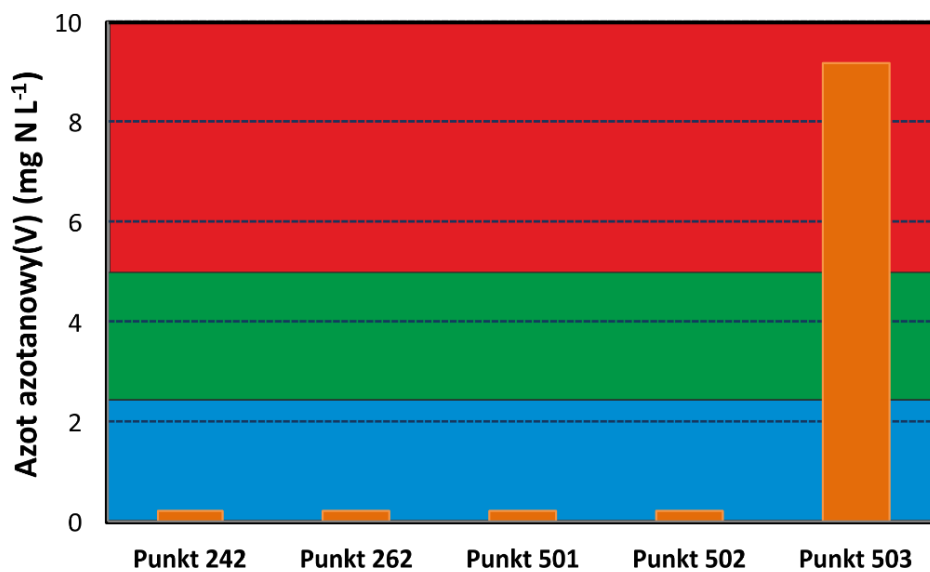
Rys. 27. Potencjał redoks wody w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



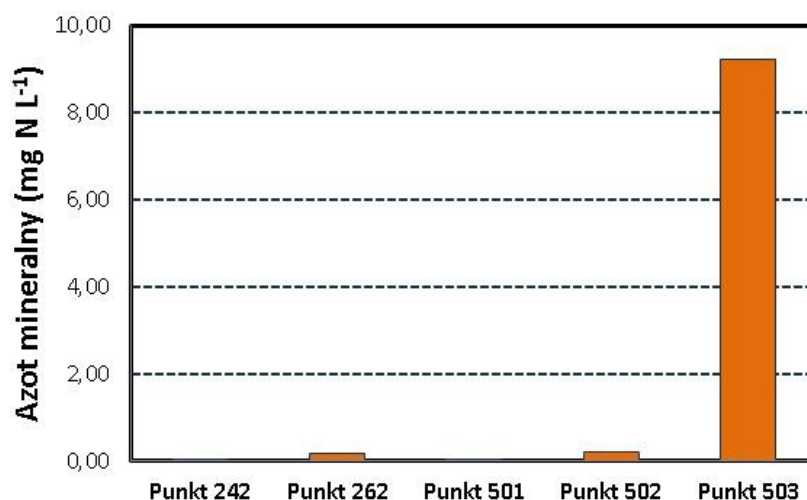
Rys. 28. Stężenie jonu amonowego w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



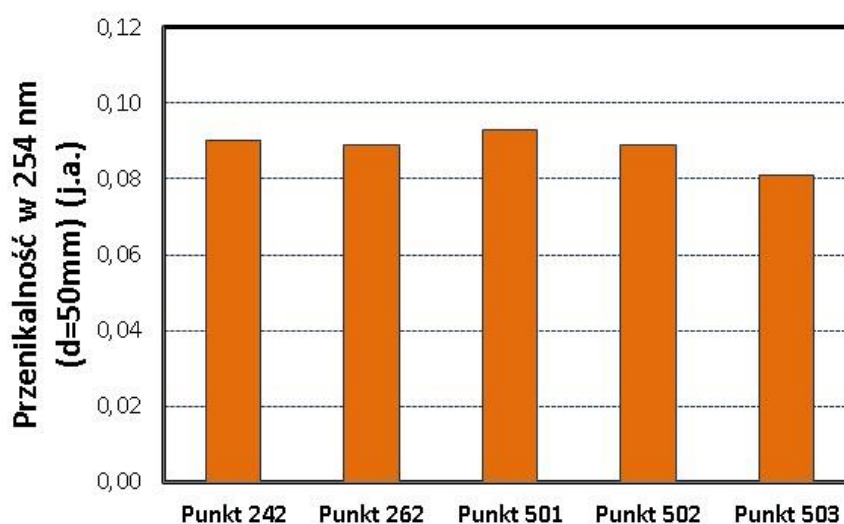
Rys. 29. Stężenie azotanów III (NO₂⁻) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



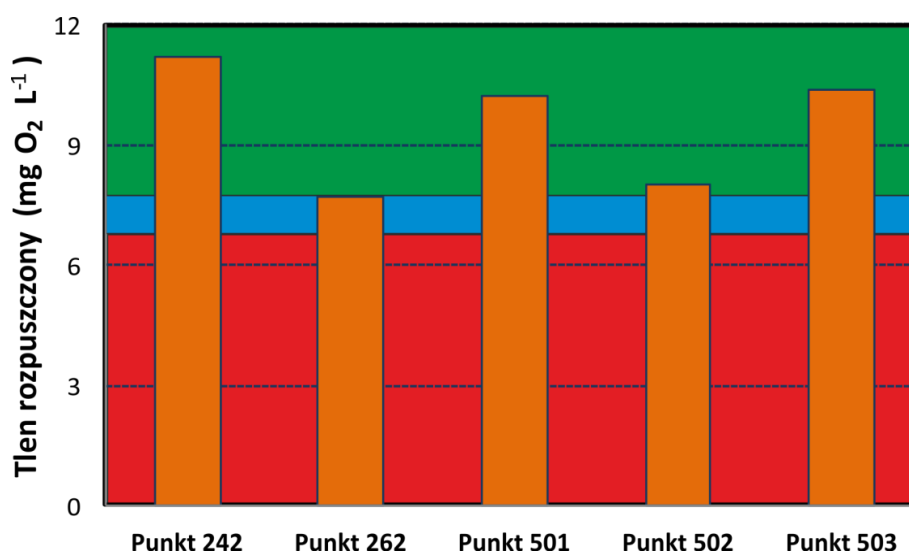
Rys. 30. Stężenie azotanów V (NO₃⁻) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



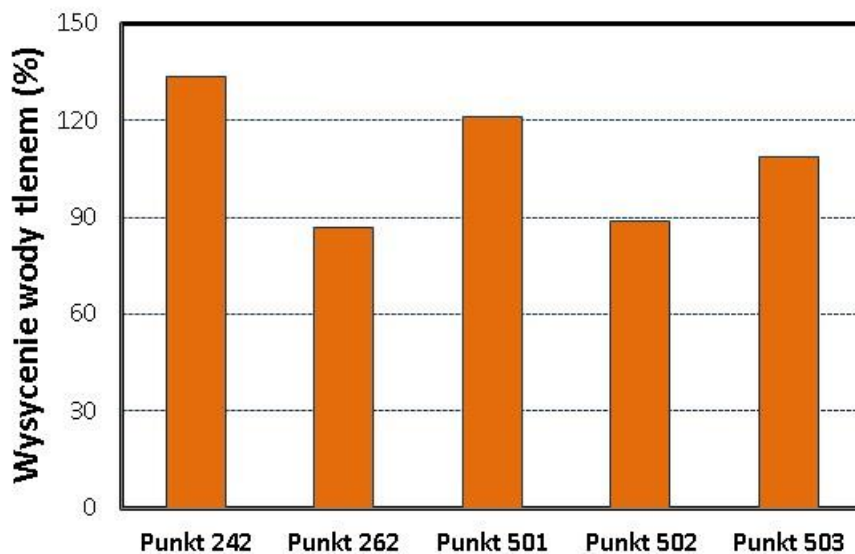
Rys. 31. Stężenie azotu mineralnego w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



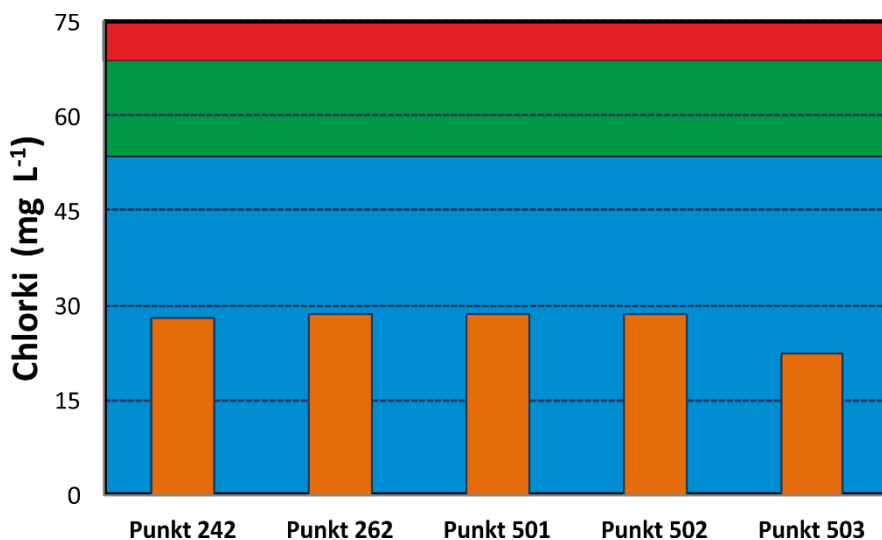
Rys. 32. Przenikalność wody przez promieniowanie UV o długości fali 254 nm w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



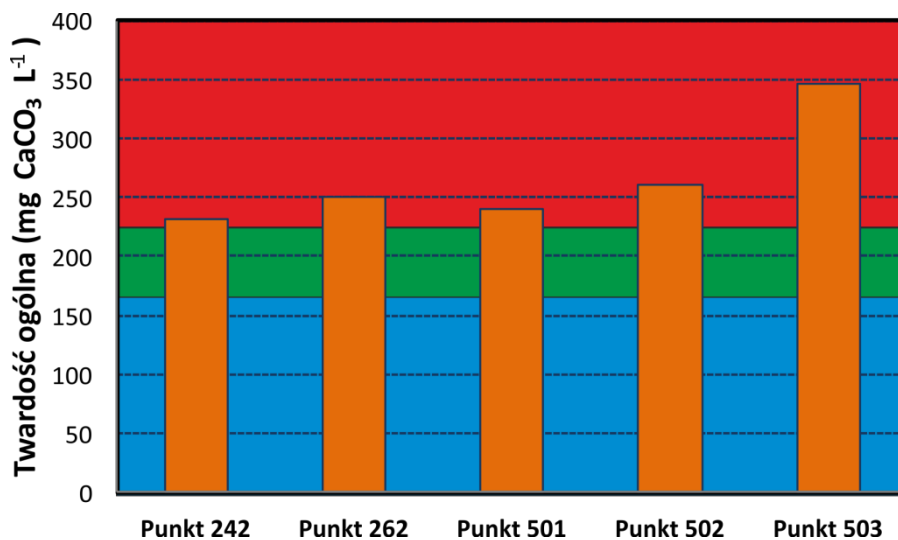
Rys. 33. Stężenie tlenu rozpuszczonego w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



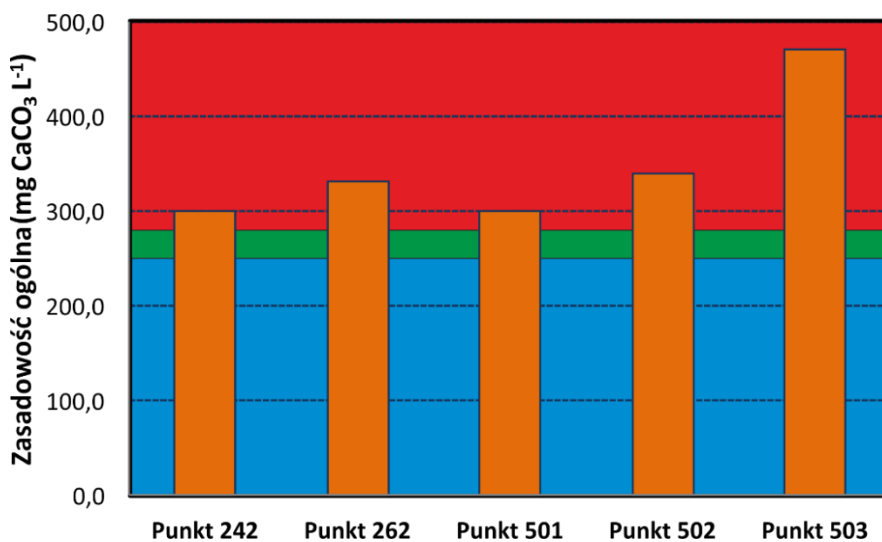
Rys. 34. Wysycenie wody tlenem w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



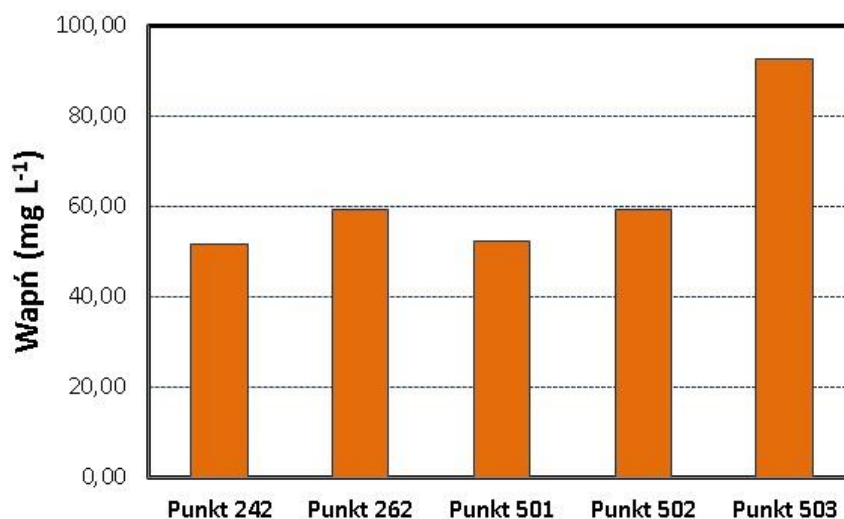
Rys. 35. Stężenie chlorków w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



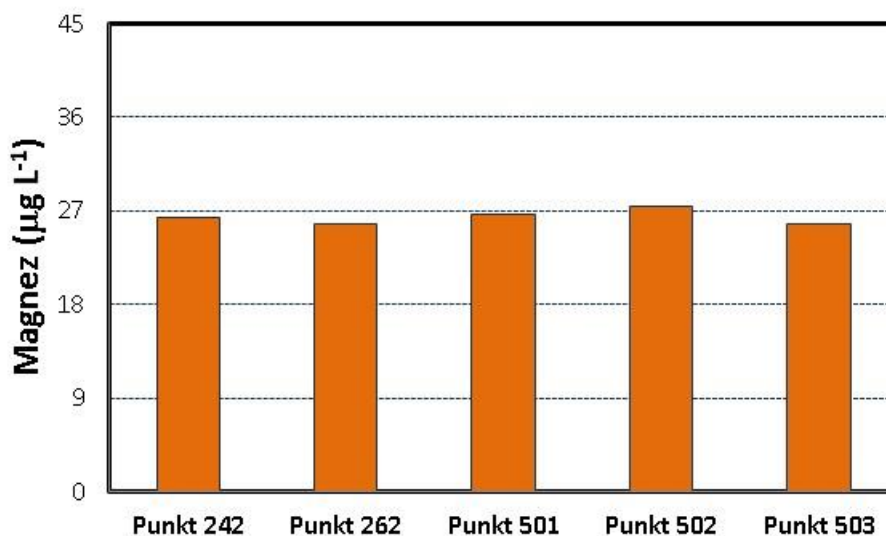
Rys. 36. Twardość ogólna wody w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



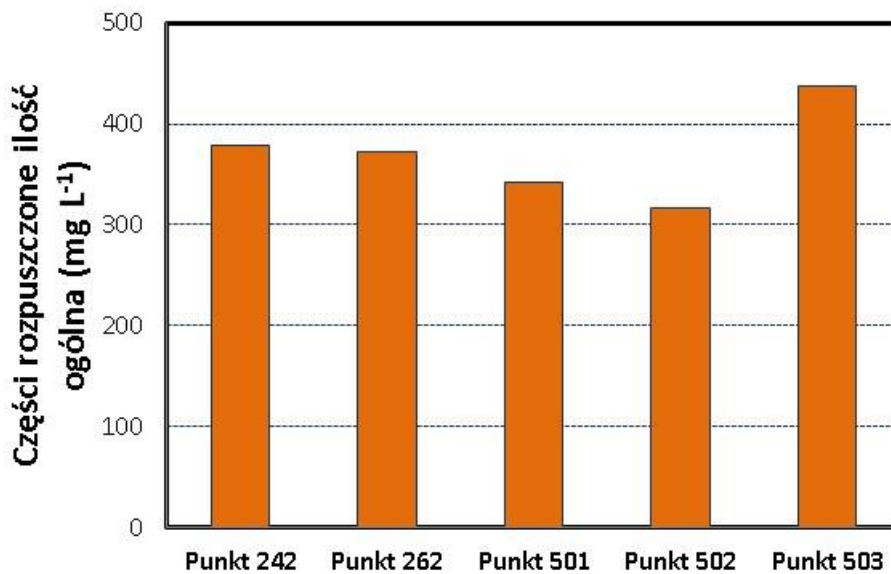
Rys. 37. Zasadowość ogólna wody w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



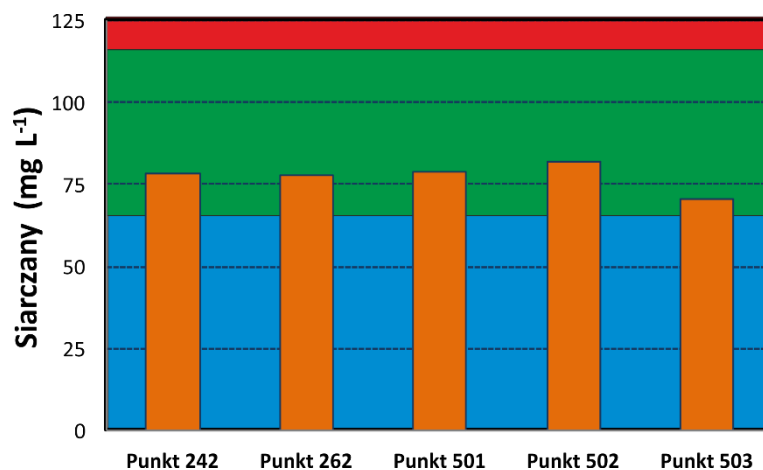
Rys. 38. Stężenie wapnia w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



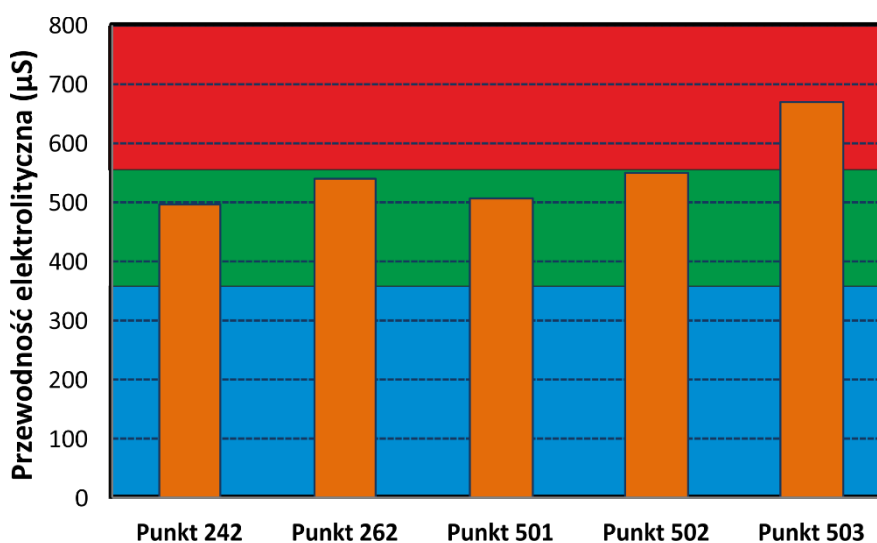
Rys. 39. Stężenie magnezu w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



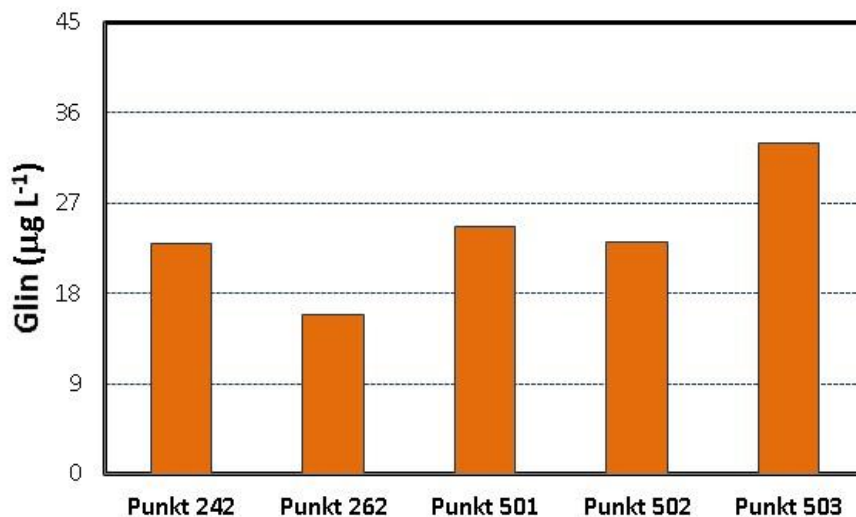
Rys. 40. Stężenie części rozpuszczalnych w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



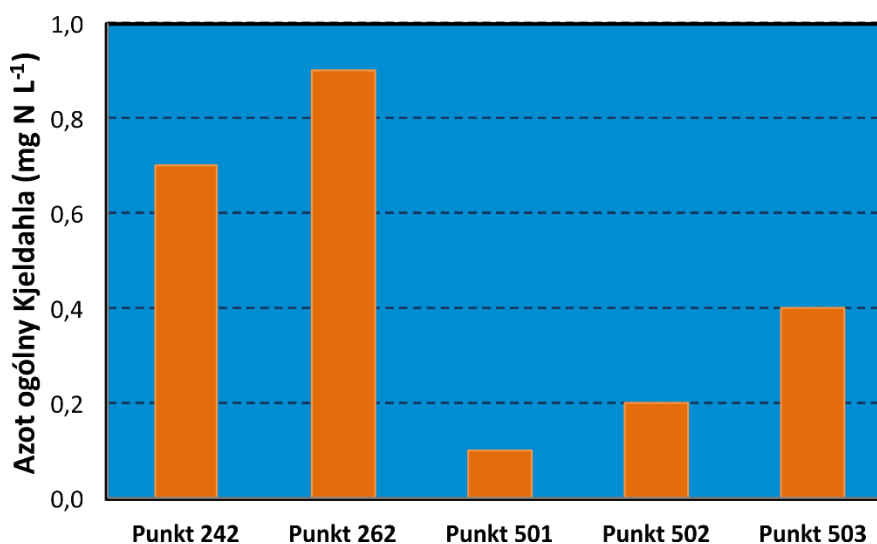
Rys. 41. Stężenie siarczanów w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



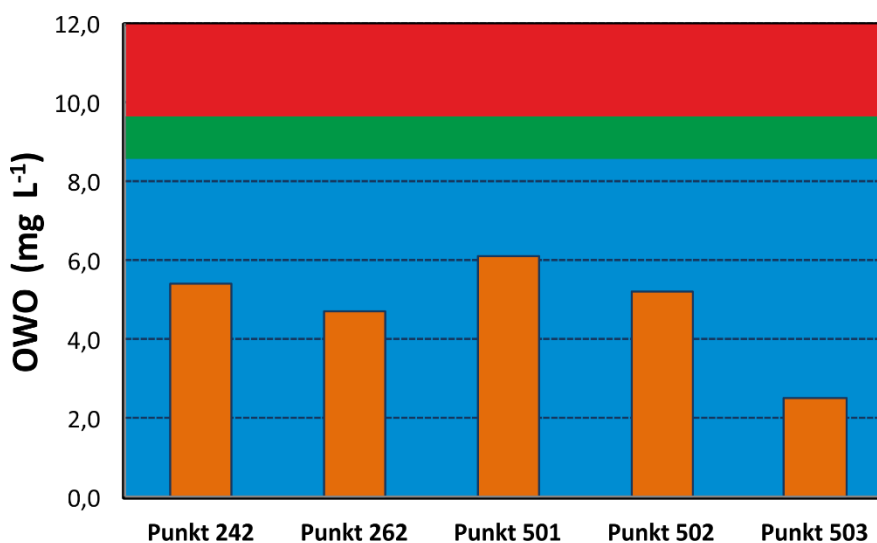
Rys. 42. Przewodność elektrolityczna wody w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



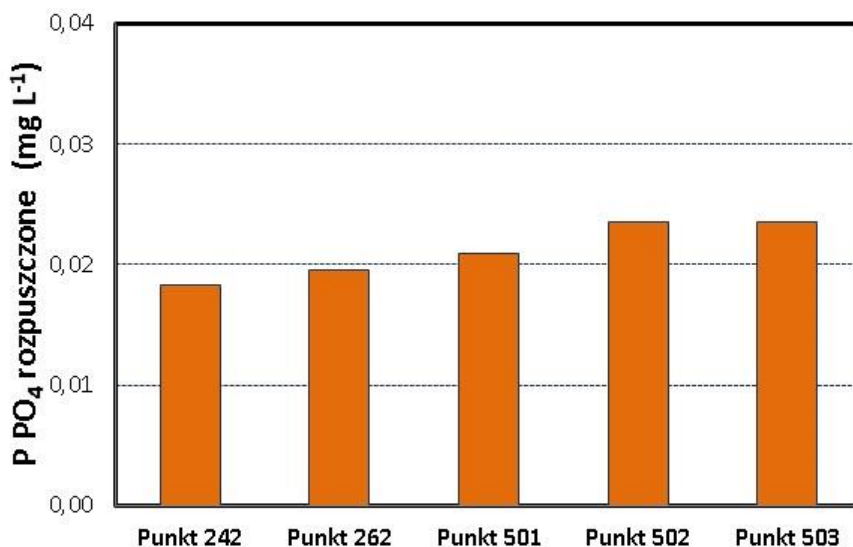
Rys. 43. Stężenie glinu w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



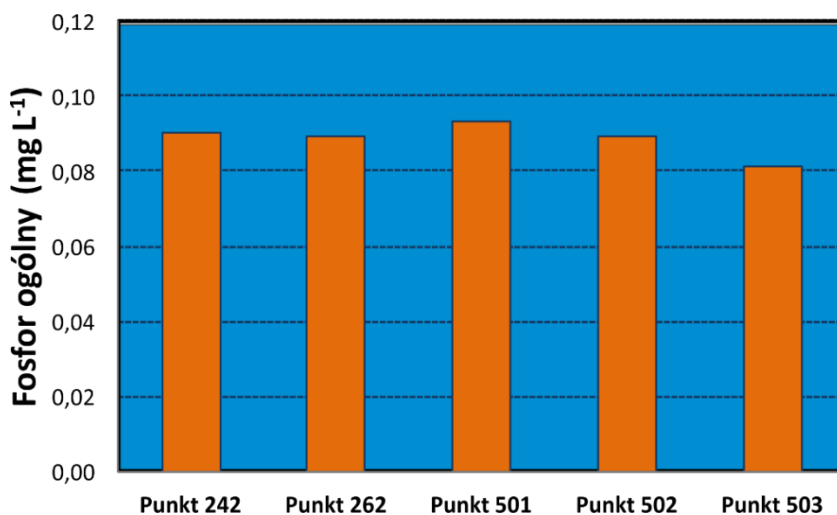
Rys. 44. Stężenie azotu Kjeldahla w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



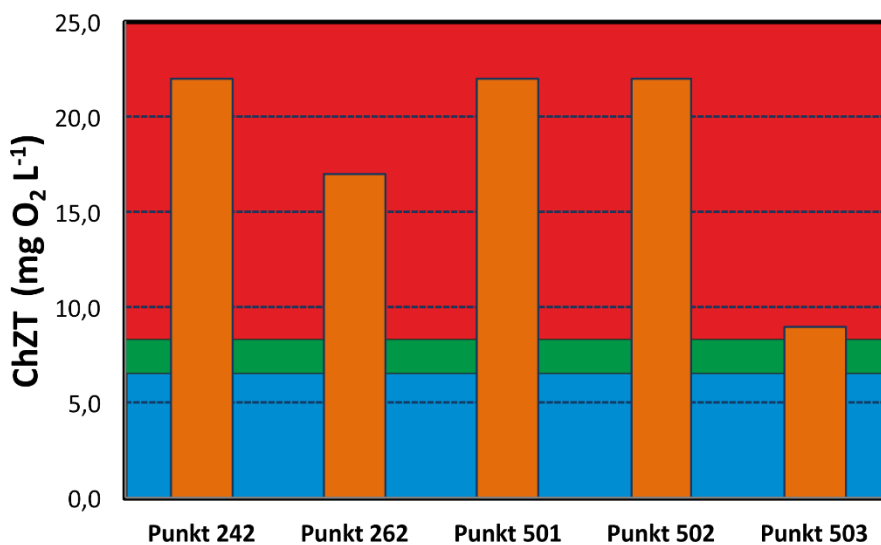
Rys. 45. Stężenie ogólnego węgla organicznego (OWO) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



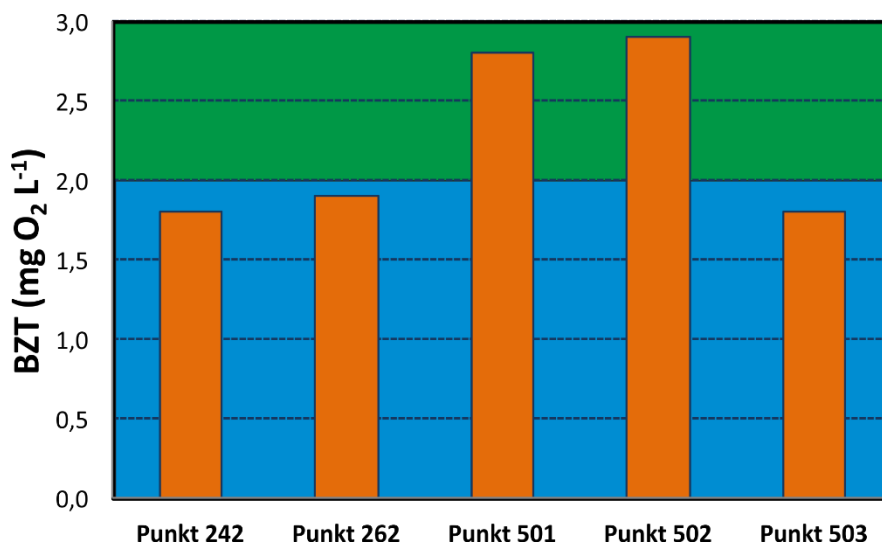
Rys. 46. Stężenie fosforu ortofosforanowego rozpuszczonego w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



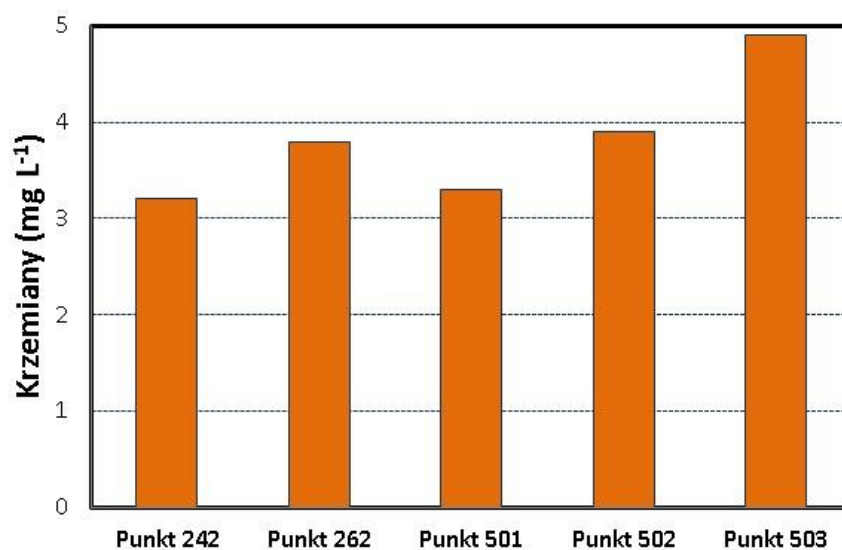
Rys. 47. Stężenie fosforu ogólnego w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



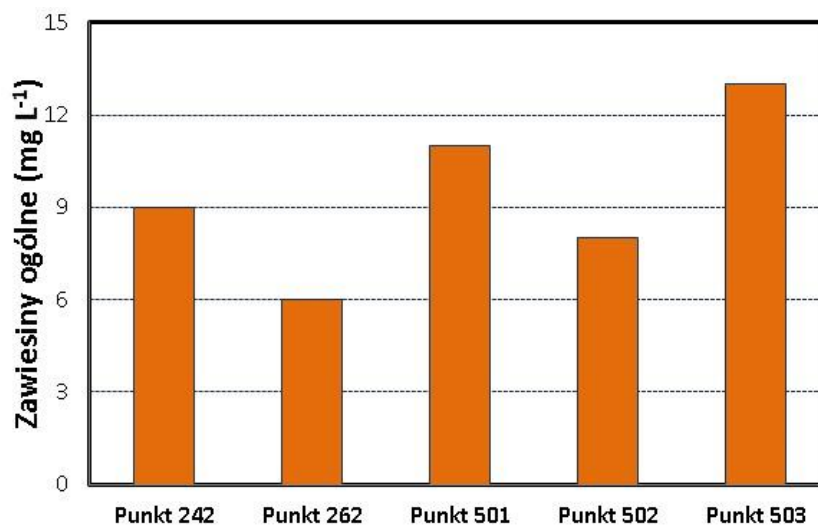
Rys. 48. Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



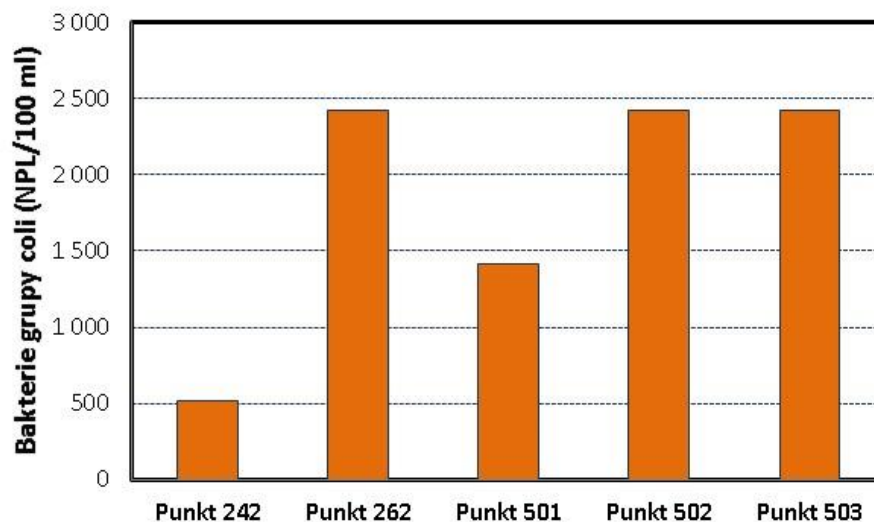
Rys. 49. Biologiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



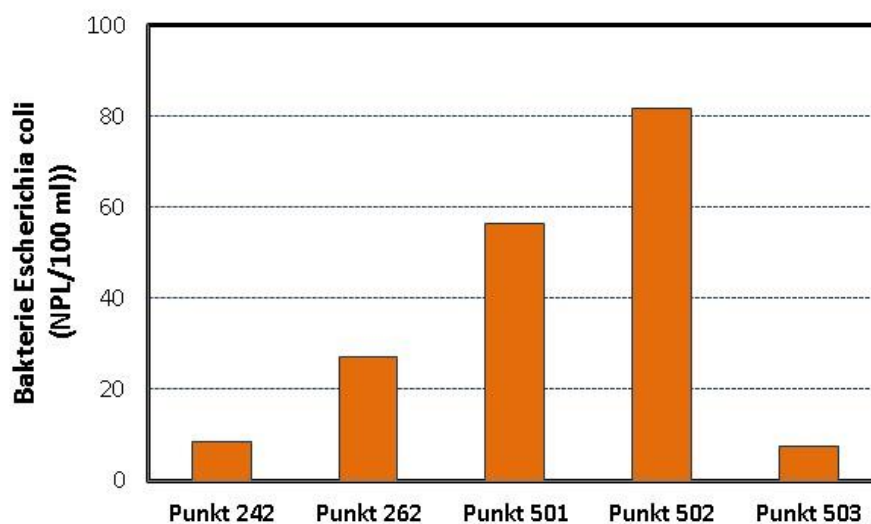
Rys. 50. Stężenie krzemianów w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



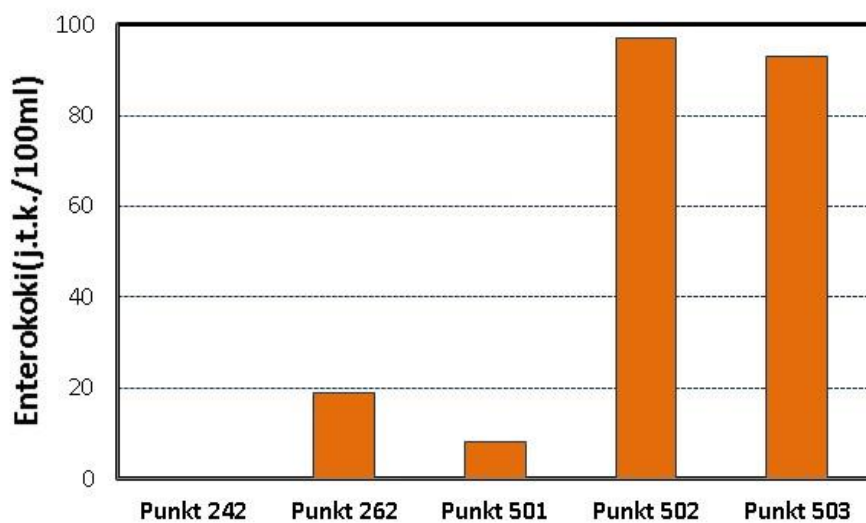
Rys. 51. Stężenie zawiesiny ogólnej w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



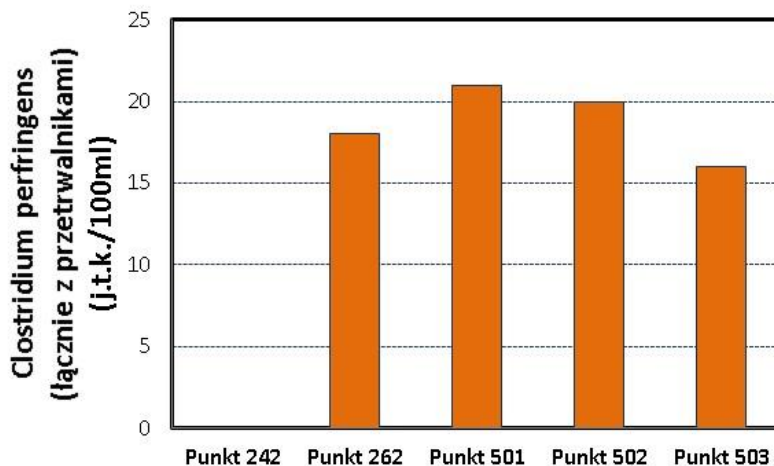
Rys. 52. Liczba bakterie grupy coli w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



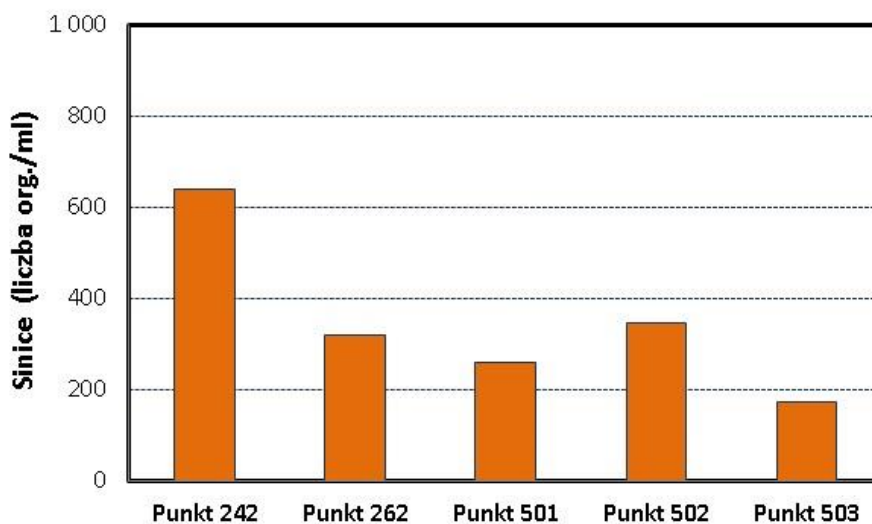
Rys. 53. Liczba bakterii *Escherichia coli* w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



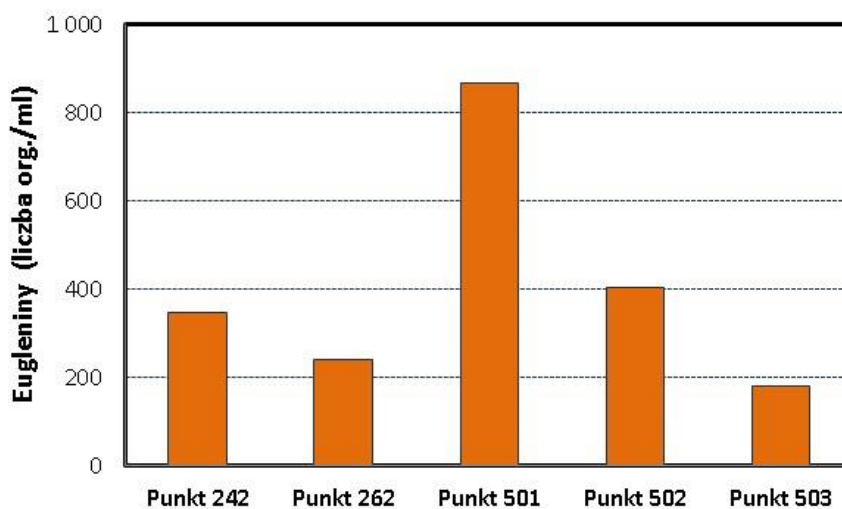
Rys. 54. Liczba enterokoków (*Enterococci*) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



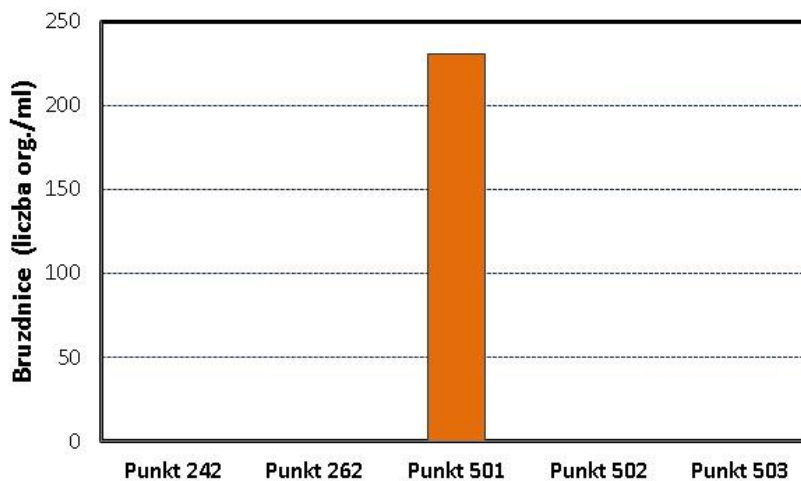
Rys. 55. Liczba bakterii *Clostridium perfringens* w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



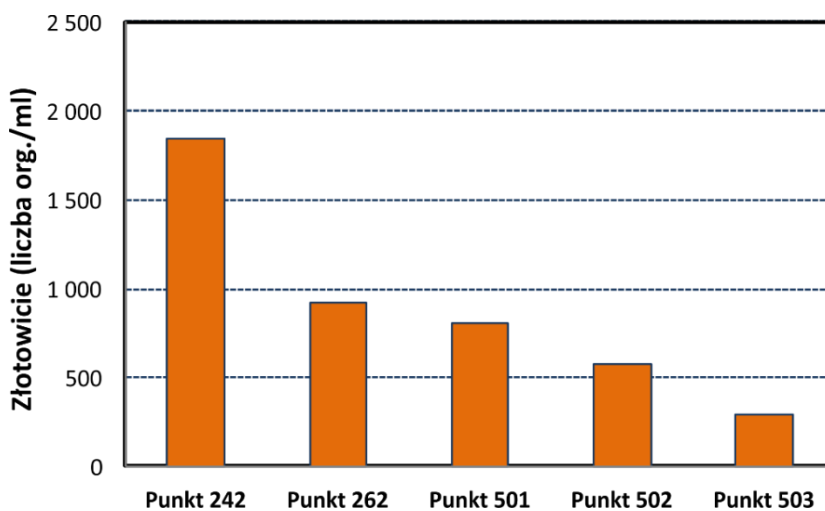
Rys. 56. Liczba organizmów sinic (*Cyanophyceae*) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



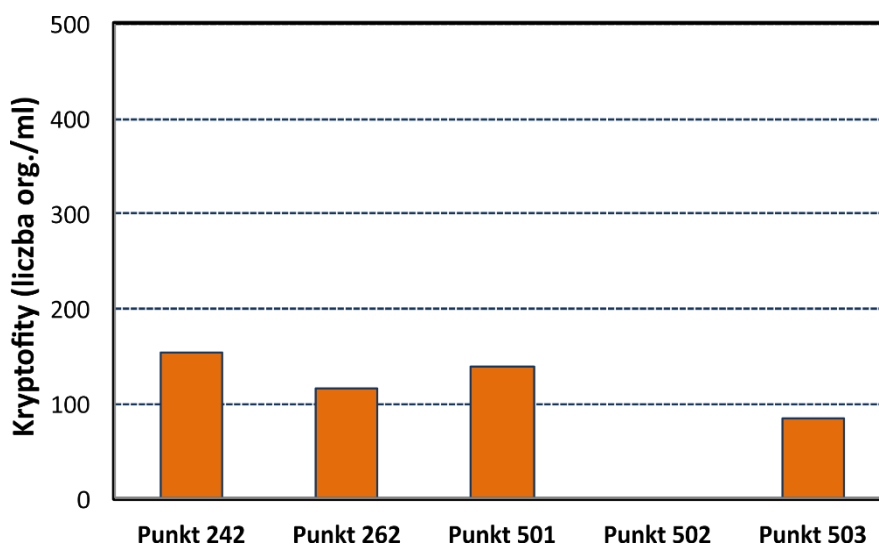
Rys. 57. Liczba organizmów euglenin (*Euglenophyceae*) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



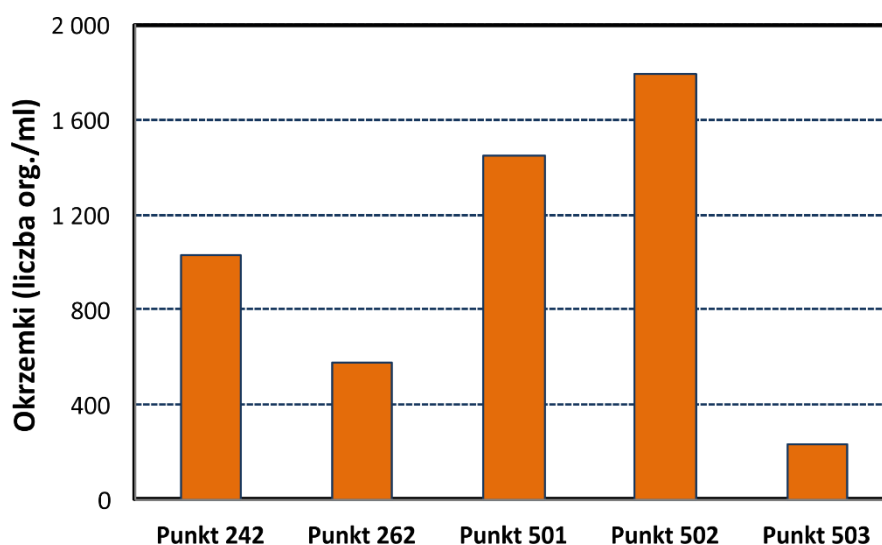
Rys. 58. Liczba organizmów bruzdnic (*Dinophyceae*) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



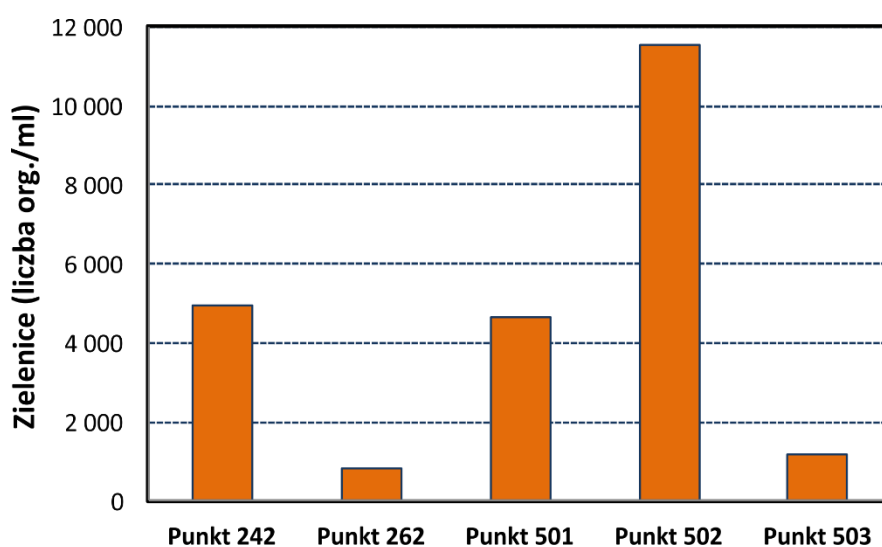
Rys. 59. Liczba organizmów złotowiciowców (*Chryzophyceae*) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



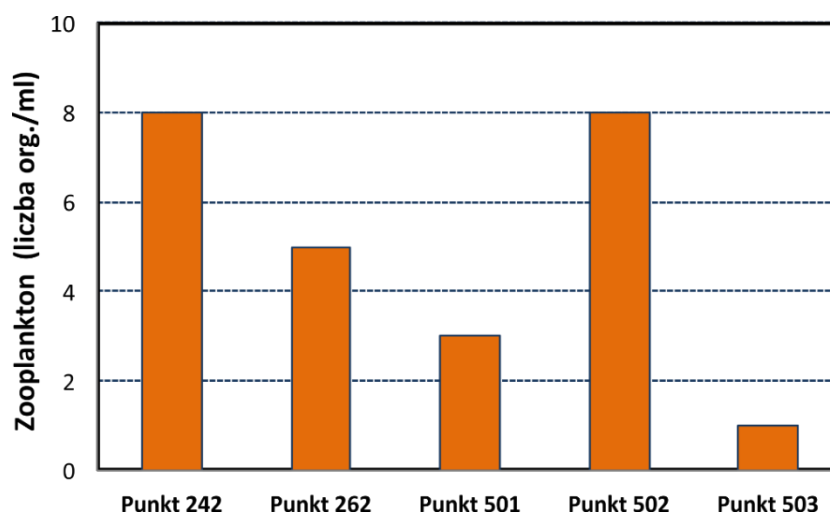
Rys. 60. Liczba organizmów kryptofitów (*Cryptophyceae*) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



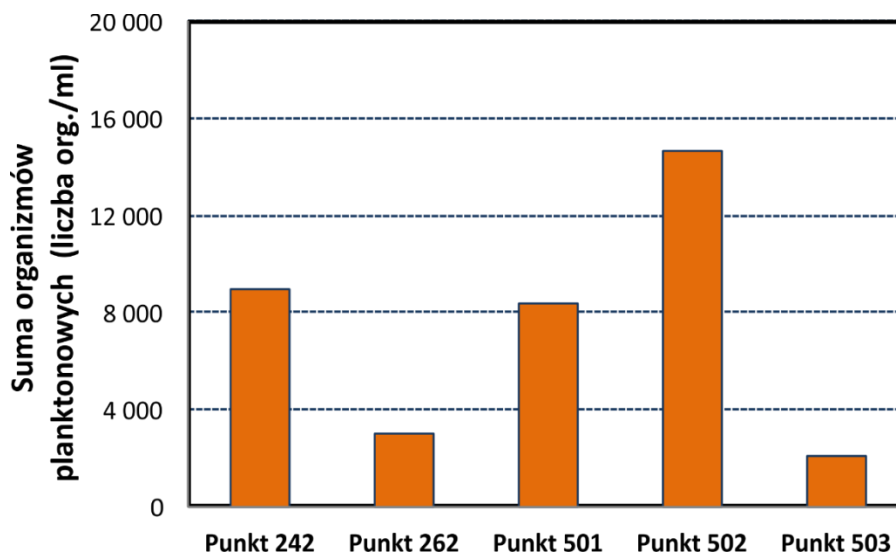
Rys. 61. Liczba organizmów okrzemków (Bacillariophyceae) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



Rys. 62. Liczba organizmów zielenic (Chlorophyceae) w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



Rys. 63. Liczba organizmów zooplanktonowych w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)



Rys. 64. Suma organizmów planktonowych w wodzie w analizowanych punktach pomiarowych (24 lipca 2018 r.)

Analiza wyników pomiarów wskazuje na przekroczenie norm następujących wskaźników jakości wody: azot azotanowy III (Rys. 29), azot azotanowy V (Rys. 30) i przewodność (Rys. 42) w zbiorniku Rogoźnik III oraz twardość ogólna (Rys. 36), zasadowość ogólna (Rys. 37) i ChZT (Rys. 48) we wszystkich punktach pomiarowych.

W zbiorniku Rogoźnik III występuje ograniczona liczba glonów i roślin. Woda charakteryzuje się również niską wartością ChZT ($<10 \text{ mg L}^{-1}$) (Tabela 16).

Wartości parametrów jakości wód zbiorników Rogoźnik I, II oraz III takich, jak odczyn pH (od 7,9 do 8,6; Rys. 26) oraz stężenie tlenu rozpuszczonego (od 7,7 do 11,2 mg L^{-1} ; Rys. 33) są podwyższone względem warunków normalnych (pH 7, tlen rozpuszczony 8,83 mg L^{-1}). Wskazuje to na intensywny proces fotosyntezy w zbiorniku prowadzony przez roślinność zanurzoną oraz glony i sinice.

Analiza wyników specjacji azotu w wodach zbiornika Rogoźnik III (punkt pomiarowy 503) wskazuje na przekroczenie zawartości azotanów V (9,15 mg L^{-1}) względem wartości granicznej (azotany V – 5,00 mg L^{-1}) oraz niską zawartość azotu amonowego ($<0,04 \text{ mg L}^{-1}$) w wodach tego zbiornika (Tabela 16). W klasyfikacji jakości wody jest to woda złej jakości. W wodach zbiornika Rogoźnik III przekroczona jest również przewodność (668 $\mu\text{S/cm}$). Jednocześnie woda tego zbiornika charakteryzuje niskimi stężeniami siarczanów (70,5 mg L^{-1}) i chlorków (22,3 mg L^{-1}), co sugeruje, że przyczyną obserwowanego, podwyższonego przewodnictwa elektrolitycznego jest wysokie stężenie azotanów w formie jonowej.

Wody zbiornika Rogoźnik III zasilają kolejno zbiorniki Rogoźnik II i Rogoźnik I. Wysokie sumaryczne stężenie azotu w zbiorniku Rogoźnik III powinno więc być również notowane w wodach wskazanych zbiorników. Jednak wyniki analiz z punktów pomiarowych zlokalizowanych na zbiorniku Rogoźnik II oraz I wskazują, że zawartość wszystkich analizowanych form azotu w wodzie mieści się w przedziale (0,04– $<1,00 \text{ mg L}^{-1}$), co według norm jest uznawane za wody dobrej jakości (I i II klasa czystości wód). Tak znaczna redukcja stężenia azotu w wodzie jest wynikiem występowania w zbiorniku Rogoźnik II obszaru z dużą ilością biomasy roślinności zanurzonej i szuwarowej stanowiącej swego rodzaju zaporę (bufor) przepływu biogenów przez ten zbiornik, i dalej zbiornik Rogoźnik I. Ta przestrzeń buforowa ogranicza skutecznie eutrofizację zbiornika. Wskazuje to jak ważną rolę odgrywa odpowiedni udział roślinności szuwarowej i zanurzonej w zbiorniku w utrzymaniu dobrej jakości wód.

Potwierdzają to również mapy rozkładu następujących parametrów fizykochemicznych: stężenia tlenu rozpuszczonego, nasycenia wody tlenem oraz pH (Rys. 65 do Rys. 67) obrazując obszary charakteryzujące

się intensywnym procesem fotosyntezy w wodach zbiornika Rogoźnik II, które są zarośnięte roślinnością zanurzoną (metodę kriginu zastosowaną w tych pomiarach opisano poniżej).

W zbiorniku Rogoźnik III zaobserwowano podwyższoną zawartość bakterii pochodzenia fekalnego: bakterie typu coli, *Enterococci*, *Clostridia*, (Rys. 52, Rys. 54, Rys. 55) i jednocześnie niską zawartość bakterii *Escherichia coli* (Rys. 53). Wyniki wskazują na zanieczyszczenie zbiornika ściekami komunalnymi. Źródłem pochodzenia ścieków bytowych mogą być instalacje sanitarne budynków mieszkalnych znajdujących się w Siemonii i Górze Siewierskiej, powyżej zbiornika Rogoźnik III. Zmniejszenie ilości zanieczyszczeń bytowych w zbiorniku Rogoźnik III może zostać osiągnięte m.in. przez uszczelnienie indywidualnych instalacji kanalizacyjnych lub budowę na tym obszarze systemu zbiorowej kanalizacji.

Dużą liczbę bakterii kałowych (>2419,6 NPL/100 ml) oraz bakterii *Escherichia coli* (81,6 NPL/100 ml), stwierdzono w wodzie pobranej na jacie nr 3, pomiędzy zbiornikami Rogoźnik II i Rogoźnik I, (punkt 502). Wyniki te wskazują, że wody w tym obszarze zanieczyszczane są „świeżymi” bakteriami typu fekalnego. Biorąc pod uwagę datę poboru wody do analiz oceniono, że opisane zanieczyszczenie wynika z dużej liczby plażowiczów na dzikiej plaży w rejonie zbiornika Rogoźnik II oraz braku sanitariatów w okolicach tej plaży.

Badania próbek wody nie wykazały podwyższonej zawartości substancji priorytetowych w wodach zbiorników Rogoźnik I, Rogoźnik II oraz III.

Laboratoryjne analizy fizykochemiczne wód pobranych ze zbiorników Rogoźnik I oraz Rogoźnik II uzupełniono pomiarami właściwości wody, w 47 punktach tych akwenów, wykonane sondą wieloparametrową Hydrolab DS5X umożliwiającą pomiary: pH, temperatury, mętności, tlenu rozpuszczonego w wodzie, przewodności elektrolitycznej.

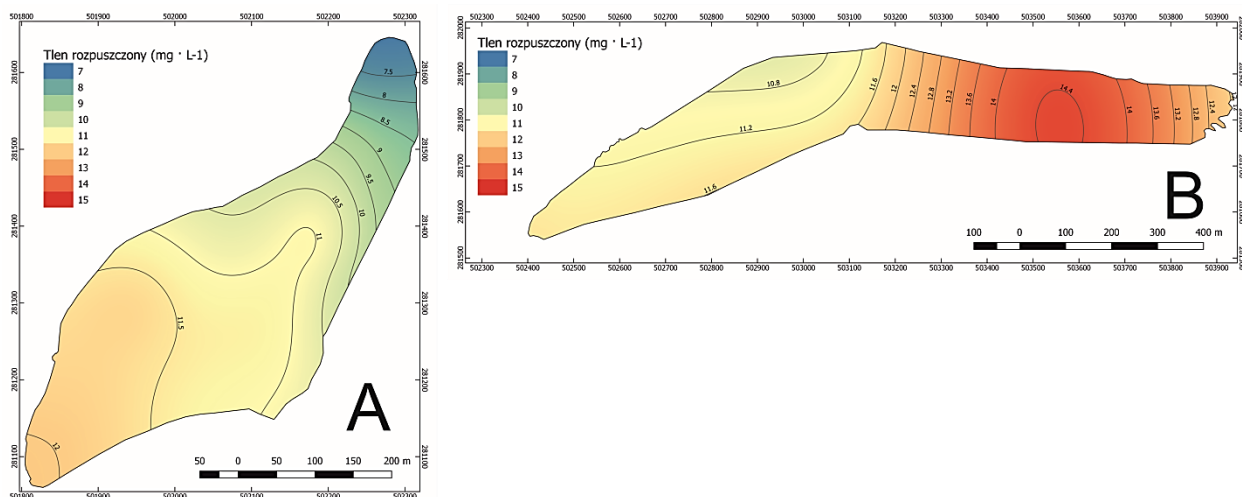


Fot. 12. Pomiary wód zbiornika Rogoźnik I za pomocą sondy wieloparametrowej

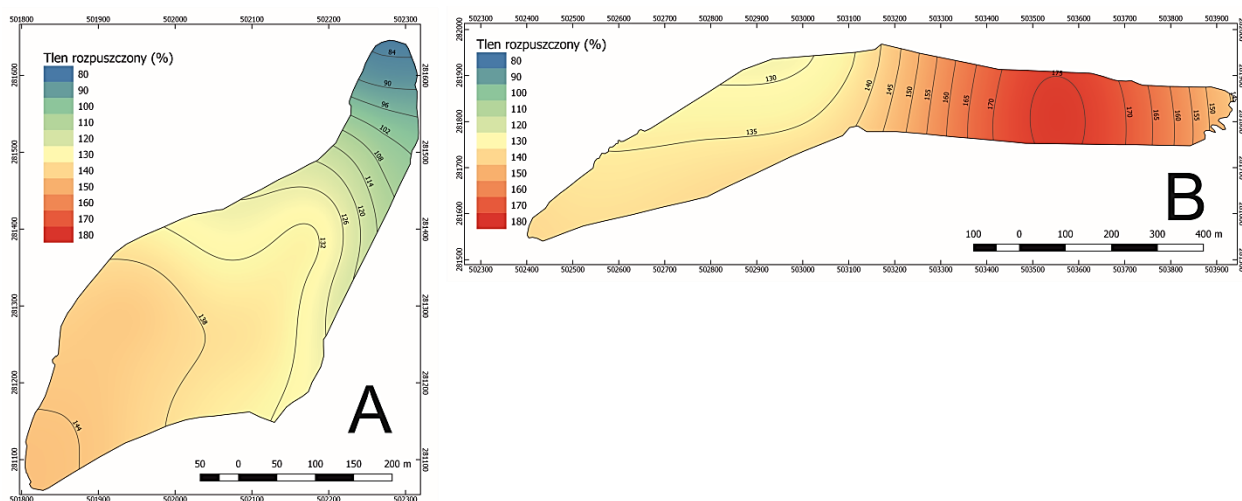
Na podstawie tych pomiarów dla zbiornika Rogoźnik I oraz zbiornika Rogoźnik II wykonano metodą kriginu zwyczajnego, z użyciem SagaGis 2.1., mapy rozkładu następujących parametrów: stężeń tlenu rozpuszczonego, nasycenia wody tlenem, mętności, temperatury wody, przewodności elektrolitycznej wody, zasolenia wód.

Do opracowania map wykorzystano interpolację metodą kriginu zwyczajnego. Z pomiarów wykonanych na zbiorniku uzyskano regularną siatkę punktów. Każdy z punktów posiadał współrzędne GPS. Pomiarów wykonywano były na głębokości 0,5 metra. Wykorzystując uzyskane dane wykonano analizę metodą kriginu.

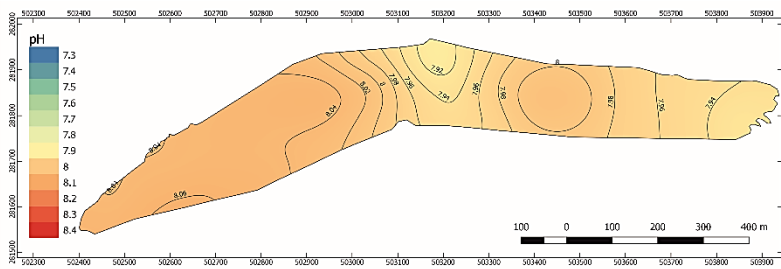
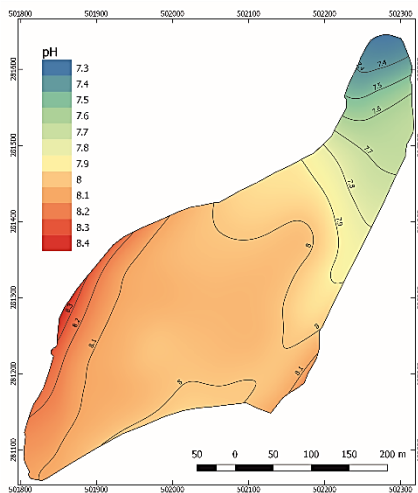
Przed przystąpieniem do procedury geostatystycznej sprawdzono, czy pozyskane dane mają charakter kierunkowy. Przeprowadzone analizy nie wykazały występowania anizotropii, co w efekcie skutkowało izotropowym rozkładem badanych zjawisk. Po stwierdzeniu bezkierunkowości przeprowadzono analizę strukturalną. Polegała ona na wygenerowaniu semiwariogramów empirycznych dla każdego analizowanego zjawiska. Do tak przygotowanych wariogramów zostały dopasowane modele liniowe wariogramów teoretycznych. Po wykonaniu testu krzyżowego potwierdzającego poprawność dopasowania obu modeli wykonano interpolację danych. Sama procedura kriginu zwyczajnego polegała na oszacowaniu wartości analizowanych parametrów w punktach węzłów sieci interpolacyjnej, w oparciu o wartości punktów sąsiadujących. W efekcie utworzono mapy obrazujące rozkład analizowanych parametrów w zbiornikach – Rys. 65 do Rys. 71.



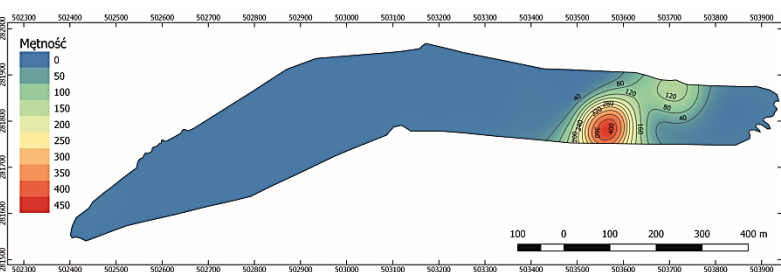
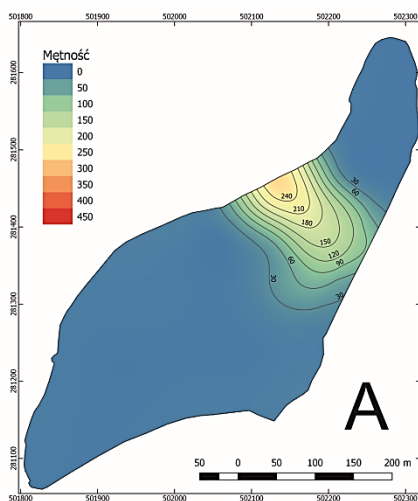
Rys. 65. Mapy rozkładu stężeń tlenu rozpuszczonego w wodach zbiorników Rogoźnik I (A) i Rogoźnik II (B) wykonane metodą kriginu zwyczajnego



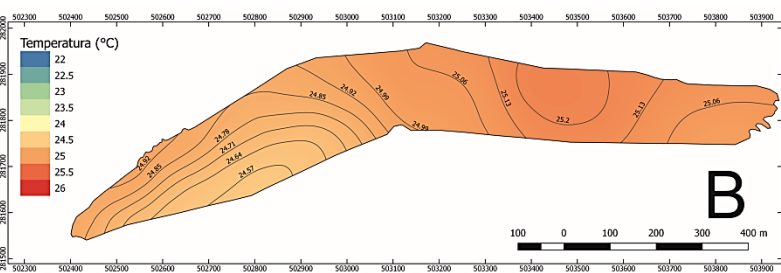
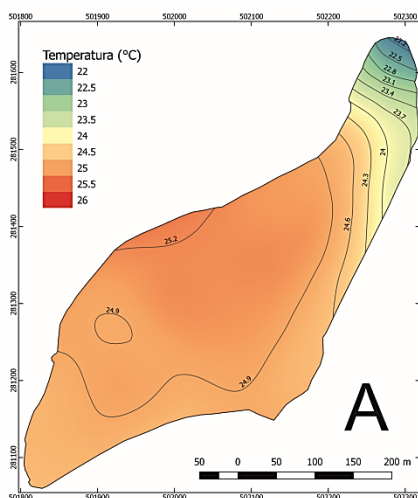
Rys. 66. Mapy rozkładu nasycenia wody tlenem w zbiornikach Rogoźnik I (A) i Rogoźnik II (B) wykonane metodą kriginu zwyczajnego



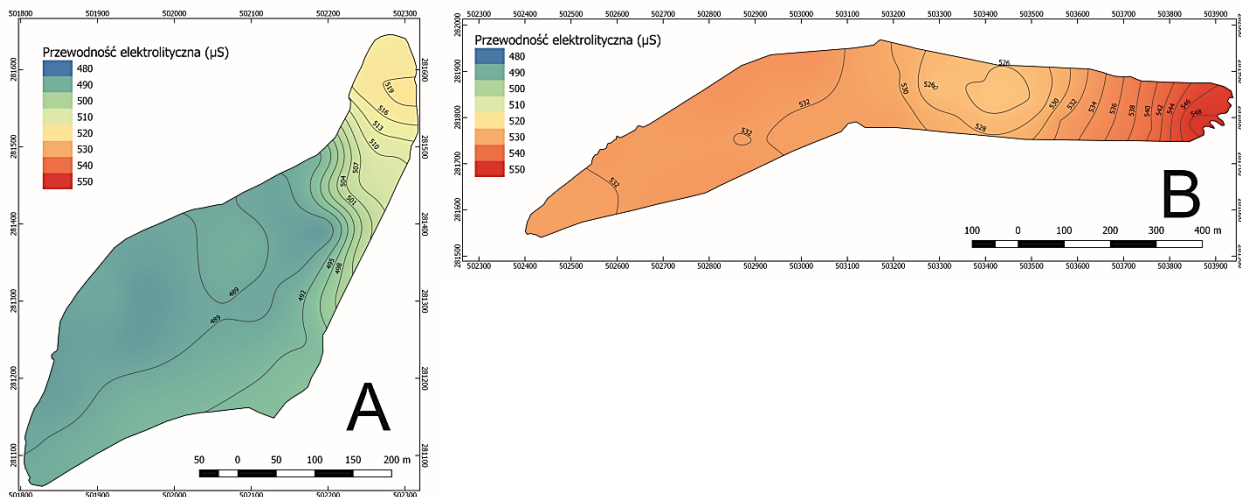
Rys. 67. Mapy rozkładu odczynu pH w wodach zbiorników Rogoźnik I (A) i Rogoźnik II (B) wykonane metodą krigingu zwyczajnego



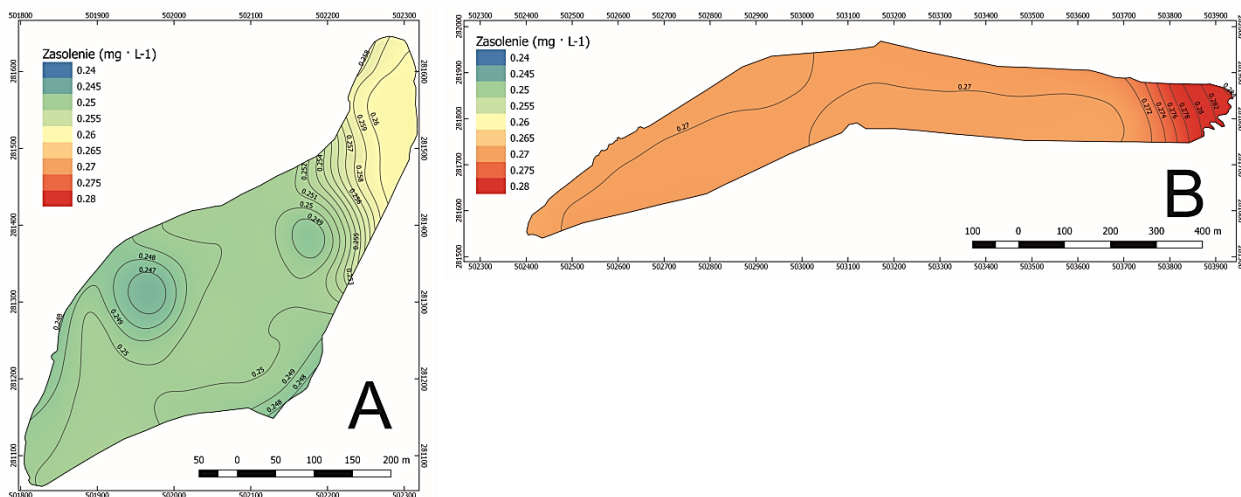
Rys. 68. Mapy rozkładu mętności w wodach zbiorników Rogoźnik I (A) i Rogoźnik II (B) wykonane metodą krigingu zwyczajnego



Rys. 69. Mapy rozkładu temperatury wody w zbiornikach Rogoźnik I (A) i Rogoźnik II (B) wykonane metodą krigingu zwyczajnego



Rys. 70. Mapy rozkładu przewodności elektrolitycznej wody zbiorników Rogoźnik I (A) i Rogoźnik II (B) wykonane metodą kriginu zwyczajnego



Rys. 71. Mapy rozkładu zasolenia wód zbiorników Rogoźnik I (A) i Rogoźnik II (B) wykonane metodą kriginu zwyczajnego

Pomiary mętności wody przeprowadzone w zbiornikach Rogoźnik II oraz Rogoźnik I wskazują na duże zróżnicowanie tych parametrów w zależności od obszaru zbiorników. Podwyższone wartości mętności wody, zarejestrowano w obszarach występowania roślinności zanurzonej (Rys. 68).

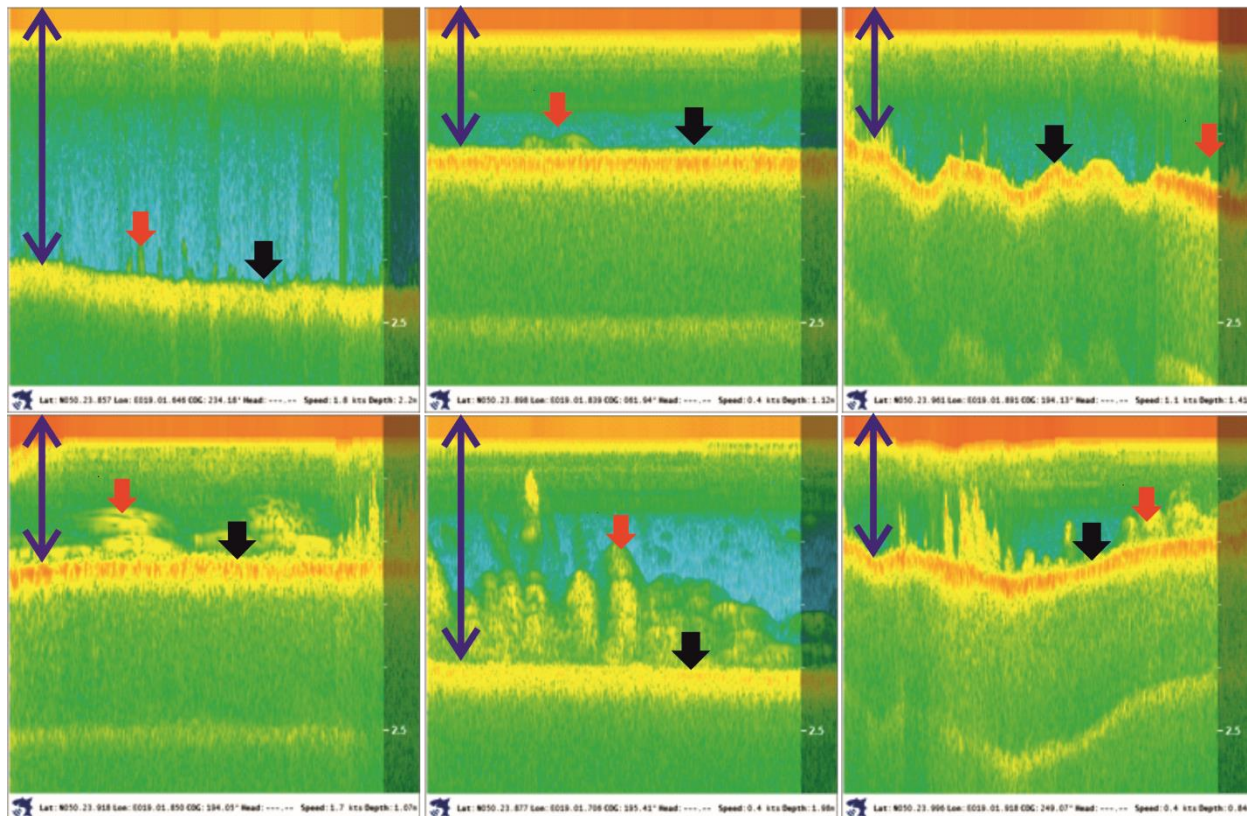
Duża liczba roślinności zanurzonej wielokrotnie powierzchnię osadzania się cząstek zawieszonych obecnych w wodzie. Zastosowana metodyka pomiaru opisanych parametrów spowodowała naruszenie warstwy cząstek osadzonych na roślinach, co w efekcie dało podwyższone wartości mętności.

4.5 Roślinność zanurzona

Roślinność zanurzona ma istotny wpływ na jakość wody ze względu na asymilację substancji biogenych i zatrzymywanie cząsteczek zawiesiny na swojej powierzchni. Asymilacja rozpuszczonych w wodach substancji biogenych (N, P, C) przez rośliny zanurzone powoduje spadek ich stężenia w wodzie. Ogranicza to rozwój fitoplanktonu dzięki czemu nie dochodzi do zakwitów lub zmniejsza się ich intensywność. Punktowe ładunki elektryczne na powierzchni roślin przyciągają cząstki zawieszony w wodzie, co znacząco poprawia przejrzystość wody. Obserwowane obecnie i prognozowane zmiany

klimatu, a szczególnie wzrost temperatury, może stymulować występowanie zjawiska zakwitów. Roślinność zanurzona jest jednym z czynników, który ten proces może ograniczać.

Pomiary jakości wody sondą wieloparametrową uzupełniono pomiarami sonarowymi, które umożliwiły stworzenie modeli dna zbiorników Rogoźnik (Rys. 72).

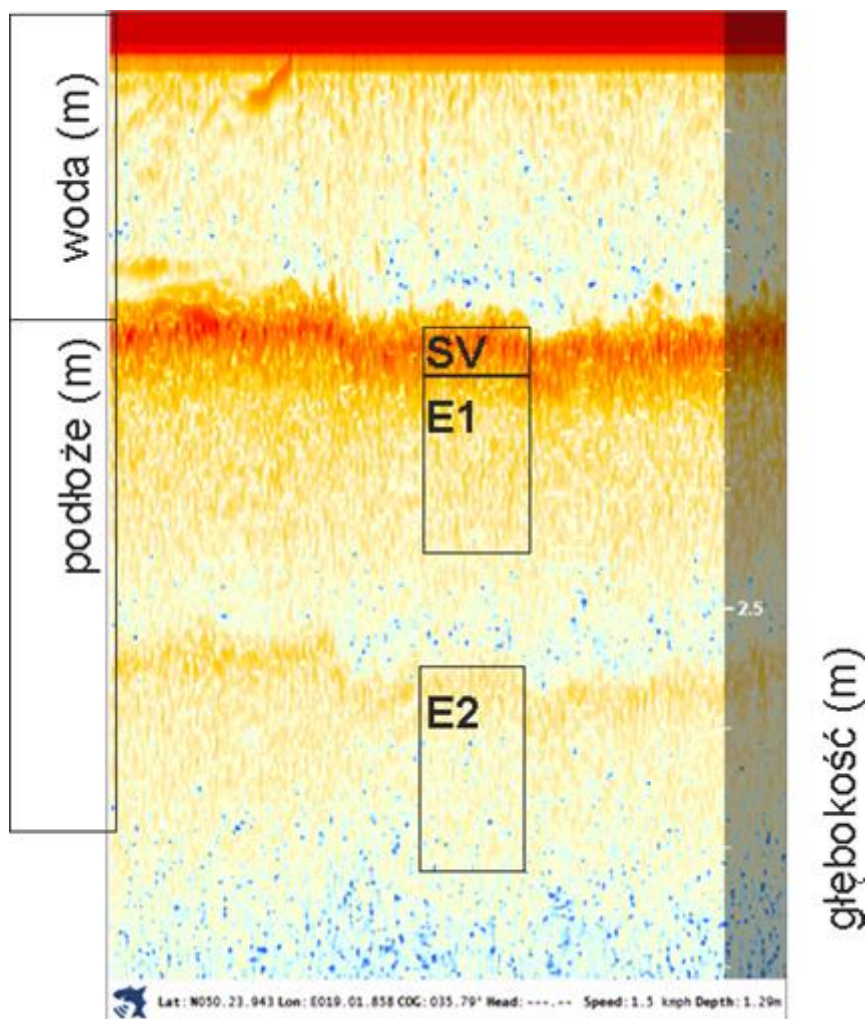


Rys. 72. Sonarowy obraz zbiornika Rogoźnik I (górny) i Rogoźnik II (dolny). Niebieska strzałka wskazuje toń wodną, czarna powierzchnię dna, czerwona roślinność zanurzoną. Pomiary wykonane w lipcu 2018 r.

4.6 Osady denne

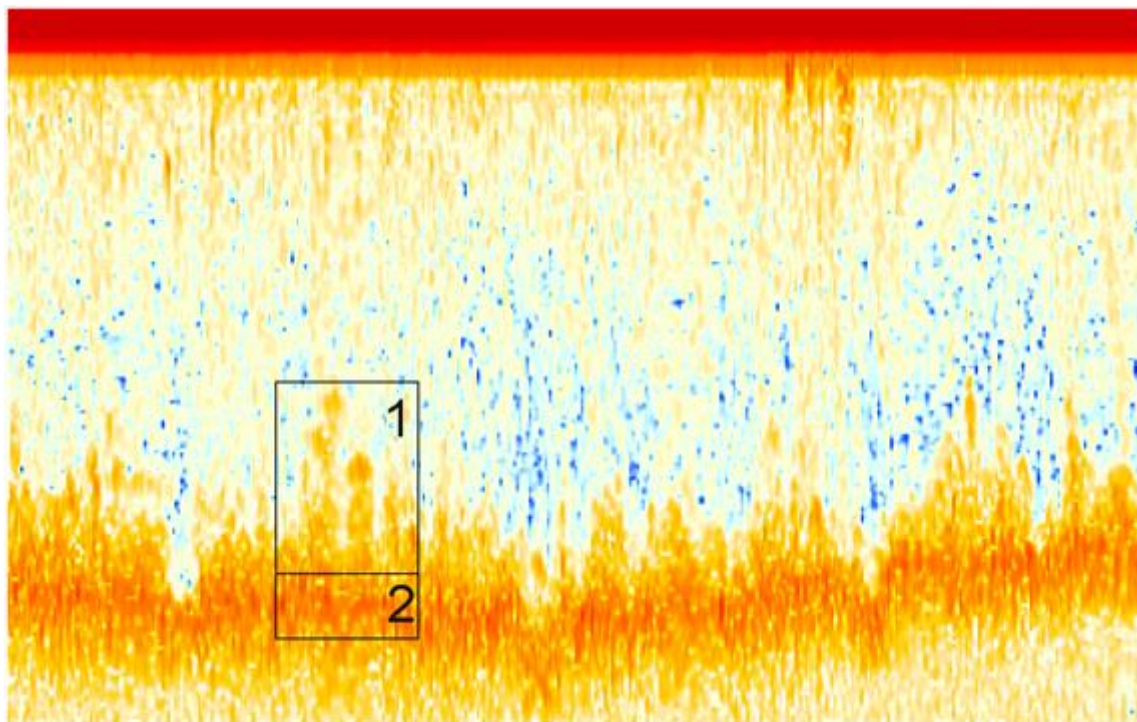
Ocena objętości osadów dennych

Objętość osadów dennych wyznaczono na podstawie analiz hydroakustycznych. Dane z pomiarów przetwarzano z użyciem programu ReefMaster®. Sonarograficzne pomiary miąższości osadów wykonano 12 kwietnia 2018 r. Sposób interpretacji logów sonarowych przedstawiono na Rys. 73 oraz Rys. 74.



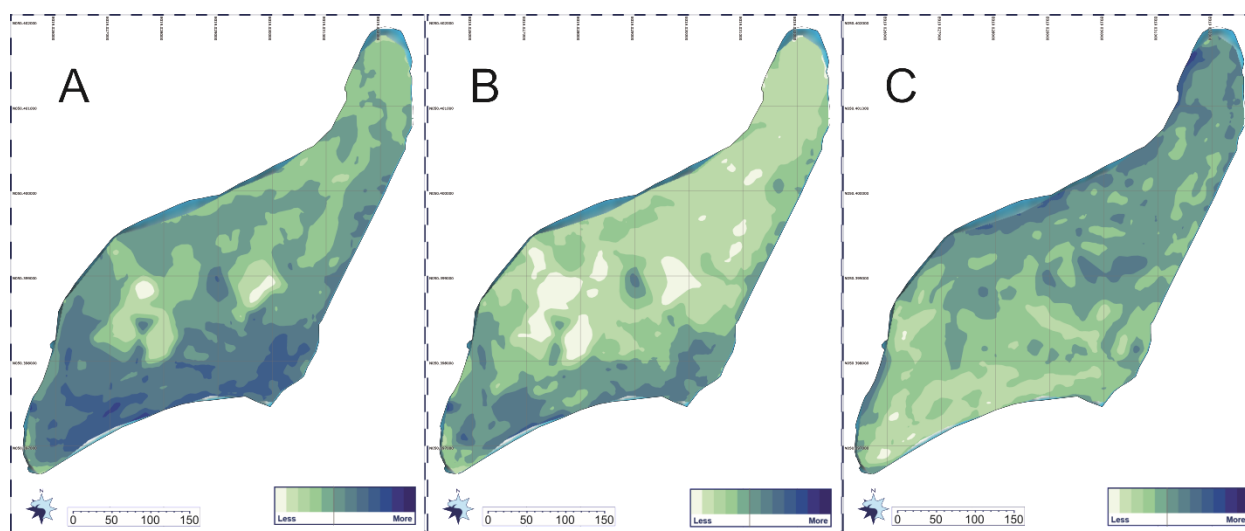
Rys. 73. Analiza dna zbiornika Rogoźnik I

Szczyt SV - Pik SV mierzy siłę powrotu sonaru, ponieważ odbija się od dna i jest silnie skorelowana z twardością dna. Prosty pomiar powrotnego sygnału szczytowego na dole nie zawsze jest wiarygodny. Lepsze rezultaty uzyskuje się analizując drugi powrót echa (E2, patrz Rys. 73). Warstwa E1 pochodzi od zwrotów sonaru, które następują natychmiast po szczycie powrotu pierwszego powrotu echa. Ta wartość jest zwykle określana jako chropowatość i jest miarą szorstkości dna. Choć ta wartość nie jest bezpośrednim pomiarem twardości, te dwa elementy są często ściśle skorelowane; E2 – Warstwa E2 pochodzi z pełnego powrotu drugiego echa dna i jest powszechnie określana jako twardość. Drugi powrót echa jest generowany, gdy echo ponownie odbije się od dna, po powrocie na powierzchnię i odbiciu od spodu łodzi. Ten drugi powrót echa jest szczególnie przydatny do określenia względnej twardości dna. Na Rys. 73 drugi zwrot pokazuje twardy obszar w środku znacznie wyraźniej niż pierwszy.

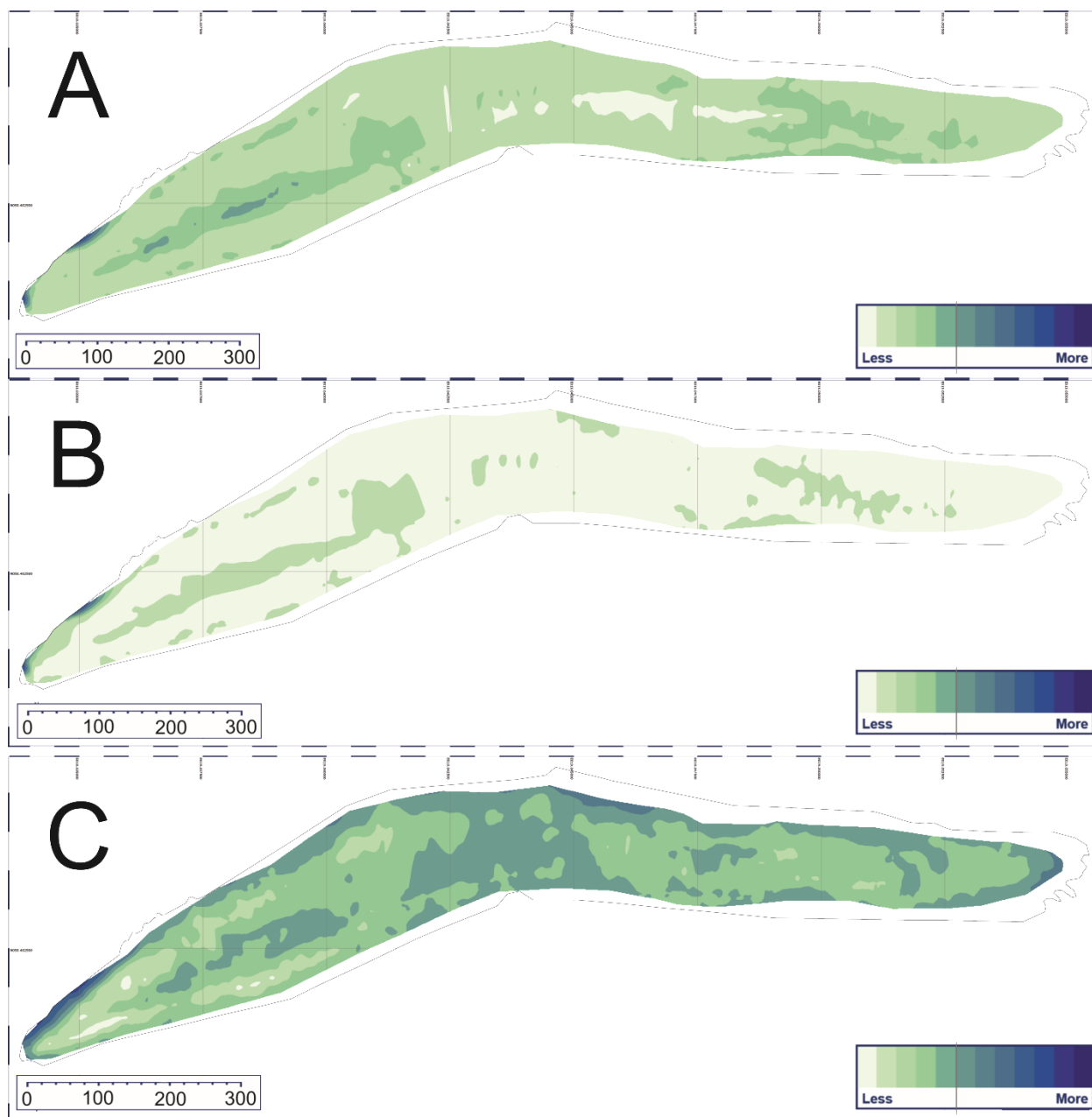


Rys. 74. Obrazy sonograficzne dna zbiornika: 1 – roślinność zanurzona , 2 – strefa PSV osadów dennych

Charakterystykę osadów dla zbiornika Rogoźnik I oraz II przedstawiono, odpowiednio, na Rys. 75 oraz Rys. 76.



Rys. 75. Cechy dna zbiornika Rogoźnik I (kolejne mapy: twardość dna – sygnał PSV- A, szorstkość/chropowatość dna – sygnał E1 B, twardość dna – sygnał E2 -C)



Rys. 76. Cechy dna zbiornika Rogoźnik II (kolejne mapy: twardość dna – sygnał SV- A, szorstkość/chropowatość dna – sygnał E1-B, twardość dna – sygnał E2-C)

Wartości charakteryzujące objętość i miąższość osadów zbiorników Rogoźnik I oraz Rogoźnik II przedstawia odpowiednio Tabela 17 oraz Tabela 18.

Tabela 17. Szacowana objętości i miąższości osadów dennych w zbiorniku Rogoźnik I, całkowita objętość osadów 149 698 m³, głębokość referencyjna 2,48 m

Dolna granica [m]	Górna granica [m]	Objętość [m ³]	Powierzchnia [m ²]
0	0,5	1 500	7 240
0,5	1	10 494	48 710
1	1,5	33 873	81 790
1,5	2	47 342	109 082
2	2,5	56 489	123 070

Tabela 18. Szacowana objętości i miąższości osadów dennych w zbiorniku Rogoźnik II, całkowita objętość osadów 363 601 m³, głębokość referencyjna 3,05 m

Dolna granica [m]	Górna granica [m]	Objętość [m ³]	Powierzchnia [m ²]
0,00	0,50	6 436,94	25 432
0,50	1,00	18 667,4	49 477
1,00	1,50	32 911,6	89 085
1,50	2,00	69 359,2	179 001
2,00	2,50	101 398,0	229 994
2,50	3,00	121 675,0	248 038
3,00	3,50	13 153,1	248 281

Uzyskane wyniki wskazują, że największa szorstkość cechowała dno w obszarze ujścia wód ze zbiornika Rogoźnik I oraz w części południowo-wschodniej zbiornika. Z kolei największą twardość dna obserwowano w części dopływowej zbiornika, choć należy uznać, że była ona mało zróżnicowana w obszarze całego zbiornika. Twardość oraz szorstkość dna zbiornika Rogoźnik II była bardzo słabo zróżnicowana.

Analiza fizykochemiczna osadów

Próbki osadów dennych pobierano próbnikiem w miejscach wyznaczonych na podstawie analiz sonograficznych (Rys. 77). Próbki pobrano 11 maja 2018 roku.

Analizy pobranych osadów przeprowadzono w laboratorium posiadającym stosowną akredytację (Certyfikat Nr AB 325). Wyniki pomiarów zamieszczono w tabeli Tabela 19. Raport analiz fizykochemicznych osadów z punktów pomiarowych na zbiornikach Rogoźnik I oraz Rogoźnik II załączono na nośniku cyfrowym (Załącznik cyfrowy nr 4).



Rys. 77. Lokalizacja miejsc poboru osadów na zbiorniku Rogoźnik I i Rogoźnik II (podkład mapowy: Google Earth®)

W przypadku usuwania osadów dennych stają się one odpadem, który w zależności od parametrów chemicznych może być wykorzystany jako materiał do rekultywacji, wypełniania zapadlak czy wyrównywania powierzchni ziemi. Stąd istotna jest jego klasyfikacja pod kątem obecności substancji niebezpiecznych. Zasady wprowadzania osadów dennych do gleby i wykorzystanie osadów dennych do

rekultywacji gleb reguluje Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (Dz. U. 2016 poz. 1395). Właściwości jakościowe osadów wraz z klasyfikacją na podstawie ww. Rozporządzenia zawiera Tabela 19.

Tabela 19. Parametry jakościowe osadów dennych w zbiorniku Rogoźnik I wraz z klasyfikacją zgodną z Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (Dz. U. 2016 poz. 1395)

Oznaczany parametr	Jednostka*	Numer punktu poboru próbek i lokalizacja					
		Punkt 9 50.39752 °, 19.02687°		Punkt 12 50.39925°, 19.03108°		Punkt 13 50.40158°, 19.03197°	
		klasyfikacja	wartość	klasyfikacja	wartość	klasyfikacja	wartość
Arsen (As)		I, II-2, II-3, III, IV	11,91	I, II, III, IV	5,81	I, II-2, II-3, III, IV	14,00
Bar (Ba)	mg/kg s.m.	I, II, III, IV	124	I, II, III, IV	195	I, II, III, IV	47,5
Chrom (Cr)	mg/kg s.m.	I, II, III, IV	13,2	I, II, III, IV	9,34	I, II, III, IV	19,1
Cyna (Sn)	mg/kg s.m.	I, II ^a , III, IV	<12,9	I, II ^a , III, IV	<12,9	I, II ^a , III, IV	<12,9
Cynk (Zn)	mg/kg s.m.	I, II-2, II-3, III, IV	385	I, II-2, II-3, III, IV	313	II-3, III, IV	953
Kadm (Cd)	mg/kg s.m.	III, IV	8,71	III, IV	5,81	dopuszczalne wartości przekroczone	16,8
Kobalt (Co)	mg/kg s.m.	I, II, III, IV	3,80	I, II, III, IV	<3,3	I, II, III, IV	11,6
Miedź (Cu)	mg/kg s.m.	I, II, III, IV	11,4	I, II, III, IV	9,55	I, II, III, IV	20,0
Molibden (Mo)	mg/kg s.m.	I, II, III, IV	<6,6	I, II, III, IV	<6,6	I, II, III, IV	<6,6
Nikiel (Ni)	mg/kg s.m.	I, II, III, IV	<27	I, II, III, IV	<27	I, II, III, IV	<27
Ołów (Pb)	mg/kg s.m.	I, II-2, II-3, III, IV	161	I, II-2, II-3, III, IV	117	I, II-3, III, IV	327
Rtęć (Hg)	mg/kg s.m.	I, II, III, IV	<0,1	I, II, III, IV	<0,1	I, II, III, IV	0,12
Zawartość wody	%	48,9		73,5		63,5	
Azot met. Kjeldahla	%	0,22		0,27		0,30	
N-NH ₄	mg/kg s.m.	13,8		24,2		13,8	
N-NO ₂	mg/kg s.m.	<0,02		<0,02		<0,02	
N-NO ₃	mg/kg s.m.	1,53		3,98		0,53	
P _{og}	mg/kg s.m.	202		347		372	
P przyswajalny Egnera-Riehma	mg/100g P ₂ O ₅	0,05		0,23		0,02	
Naftalen	mg/kg s.m.	III, IV	0,106	III, IV	0,273	III, IV	0,163
Acenaften	mg/kg s.m.	0,017		0,113		0,060	
Fluoren	mg/kg s.m.	<0,010		<0,010		<0,010	
Fenantren	mg/kg s.m.	<0,010		<0,010		<0,010	
Antracen	mg/kg s.m.	I, II, III, IV	<0,010	I, II, III, IV	<0,010	I, II, III, IV	<0,010
Fluoranten	mg/kg s.m.	0,038		0,154		0,031	
Piren	mg/kg s.m.	0,018		0,082		0,012	
Benzo(a)antracen	mg/kg s.m.	I, II, III, IV	0,018	I, II, III, IV	0,047	I, II, III, IV	<0,010
Chryzen	mg/kg s.m.	I, II, III, IV	0,026	I, II, III, IV	0,055	I, II, III, IV	<0,010
Benzo(b)fluoranten	mg/kg s.m.	I, II, III, IV	0,029	I, II, III, IV	0,056	I, II, III, IV	<0,010
Benzo(k)fluoranten	mg/kg s.m.	I, II, III, IV	0,016	I, II, III, IV	0,036	I, II, III, IV	<0,010
Benzo(a)piren	mg/kg s.m.	I, II, III, IV	0,014	I, II, III, IV	0,045	I, II, III, IV	<0,010
Benzo(ghi)perylene	mg/kg s.m.	I, II, III, IV	<0,010	I, II, III, IV	<0,010	I, II, III, IV	<0,010
Dibenzo(ah)antracen	mg/kg s.m.	I, II, III, IV	<0,010	I, II, III, IV	<0,010	I, II, III, IV	<0,010

Indeno(1,2,3-cd)piren	mg/kg s.m.	I, II, III, IV	<0,010	I, II, III, IV	<0,010	I, II, III, IV	<0,010
Suma WWA	mg/kg s.m.	0,282		0,860		0,265	

*s.m. – sucha masa

^a podgrupa II-1 dopuszczalna zawartość cyny 10 mg/kg s.m.

Zgodnie z zapisami Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi, osad może być wykorzystany **uwzględniając zbadane parametry:**

- w obszarze reprezentatywnym dla punktu poboru osadu nr 9 na gruntach grupy: III i IV (ze względu na zmierzone stężenia kadmu i naftalenu),
- w obszarze reprezentatywnym dla punktu poboru osadu nr 12 na gruntach grupy: III i IV (ze względu na zmierzone stężenia kadmu i naftalenu),
- w obszarze reprezentatywnym dla punktu poboru osadu nr 13: ze względu na zmierzone stężenie kadmu, musi być traktowany jako odpad;

gdzie:

grupa gruntów II:

- tereny rolnicze, oznaczone symbolem R,
- tereny ogrodów działkowych, oznaczone symbolem ZD;

grupa gruntów III:

- lasy, oznaczone symbolem ZL,
- grodziska, kurhany, zabytkowe fortyfikacje, oznaczone symbolem ZP,
- tereny zieleni objęte formami ochrony przyrody zgodnie z przepisami o ochronie przyrody, oznaczone symbolem ZN;

grupa gruntów IV:

- tereny obiektów produkcyjnych, składów i magazynów, oznaczone symbolem P,
- obszary i tereny górnicze, oznaczone symbolem PG,
- tereny dróg publicznych, oznaczone symbolem KD,
- tereny dróg wewnętrznych, oznaczone symbolem KDW,
- tereny infrastruktury technicznej, oznaczone symbolem E, G, W, K, T, o lub C.

Dla grupy **gruntów II** dla głębokości 0–0,25 m poniżej poziomu terenu (ppt) określa się następujące podgrupy gruntów wydzielone w oparciu o właściwości gleby:

podgrupa gruntów II – 3:

- gleby mineralne średnie, o zawartości frakcji FG02 20–35%, o wartości pHKCl wyższej niż 5,5,
- gleby mineralne ciężkie, o zawartości frakcji FG02 większej niż 35%, o wartości pHKCl wyższej niż 5,5,
- gleby mineralno-organiczne i organiczne, o zawartości węgla organicznego ponad 6%, niezależnie od wartości p.

Pod względem wszystkich zmierzonych parametrów jakościowych osadów (z wyjątkiem baru), osady pobrane w Punkcie 13 cechowały się najwyższą zawartością metali (szczególną uwagę jako różnicujące stanowiska zwracają cynk i kadm). Przyczyniał się do tego dopływ wód ciekim od strony północno-zachodniej w górnej strefie zbiornika Rogoźnik I. Jakość osadów w zbiorniku Rogoźnik II dodatkowo sugeruje, że notowane wartości w Punkcie 13 nie są związane z wodą dopływającą z tego zbiornika.

Wyższa zawartość metali na tym stanowisku uwarunkowana jest prawdopodobnie historycznie (produkcja przemysłowa i przemysł wydobywczy) i nie jest związana z jakością dopływającej wody ze Zbiornika Rogoźnik II. Relatywnie duża ilość naftalenu, w stosunku do innych WWA, wskazuje na pirogeniczne pochodzenie tego związku (procesy spalania paliw stałych, takich jak, węgiel, czy drewno). Wyniki analiz chemicznych wody zbiornika Rogoźnik I wskazują, że zarówno obecność metali ciężkich, jak i WWA w osadzie, nie wpływa na obecność tych pierwiastków i związków w wodzie. Świadczy to o immobilizacji tych substancji w osadach. Należy zaznaczyć, że pewnych, określonych warunkach (wypadkowa wielu czynników), może nastąpić uwolnienie jonów metali oraz WWA do wody. Wśród najważniejszych czynników należy tu wymienić: zmianę pH środowiska na kwaśne, utlenienie zredukowanych osadów (zmiany potencjału redox), wzrost zawartości soli (jonów Ca^{2+} i/lub Mg^{2+}), zmiana składu mikroorganizmów.

Zmierzone stężenia WWA są znacznie niższe (o dwa rzędy wielkości) od stężeń stwierdzonych dla zbiorników poddanych bardzo silnej antropopresji związanej z przemysłem (np. Zbiornik hydrowęzła Kłodnicy – Dzierżno Duże). Podobnie, stężenia fosforu ogólnego jest pięć razy mniejsze w porównaniu do zbiornika silnie zeutrofizowanego jakim jest Dzierżno Duże. Pod względem ilości P przyswajalnego zbiornik można uznać za ubogi. Wartości badanych form azotu w osadach nie stanowią również istotnego źródła azotu w wodach zbiornika i warunkach dobrego natlenienia nie powinny stanowić zagrożenia silnego wzbogacania wód.

Dodatkowo w celu określenia presji wynikających z oddziaływania zbiornika Rogoźnik II na zbiornik będący przedmiotem opracowania – Rogoźnik I, wykonano pomiary jakościowe osadów w zbiorniku Rogoźnik II w obszarze ujścia wody do urządzenia hydrotechnicznego. Wyniki zawiera Tabela 20.

Uzyskane wyniki wskazują, że skład osadu w obszarze odpływu wód zbiornika Rogoźnik II, nie stanowi zagrożenia dla jakości wód w zbiorniku Rogoźnik I. Świadczy o tym skład osadu w punkcie 12 i 13, stanowiący potencjalnie istotniejsze źródło wzbogacania (zasilania wewnętrznego) zbiornika, w stosunku do substancji mogących potencjalnie uwolnić się z osadów zbiornika Rogoźnik II.

Tabela 20. Parametry jakościowe osadów dennych w zbiorniku Rogoźnik II

Oznaczany parametr	Jednostka*	Numer punktu poboru próbki i lokalizacja
		Punkt 14 50.401245°, 19.034269°
		wartość
Arsen (As)	mg/kg s.m.	6,58
Bar (Ba)	mg/kg s.m.	127
Chrom (Cr)	mg/kg s.m.	12,3
Cyna (Sn)	mg/kg s.m.	<12,9
Cynk (Zn)	mg/kg s.m.	310
Kadm (Cd)	mg/kg s.m.	4,55
Kobalt (Co)	mg/kg s.m.	<3,3
Miedź (Cu)	mg/kg s.m.	10,1
Molibden (Mo)	mg/kg s.m.	<6,6
Nikiel (Ni)	mg/kg s.m.	<27
Ołów (Pb)	mg/kg s.m.	99,4
Rtęć (Hg)	mg/kg s.m.	<0,1
Zawartość wody	%	64,3
Azot metoda Kjeldahla	%	0,44
Azot amonowy (N-NH ₄)	mg/kg s.m.	17,1
Azot azotynowy (N-NO ₂)	mg/kg s.m.	<0,02
Azot azotanowy (N-NO ₃)	mg/kg s.m.	0,49
Fosfor organiczny (P _{og})	mg/kg s.m.	261
Fosfor przyswajany (P _{przyswajalny Egnera-Riehma})	mg/100g P ₂ O ₅	0,06
Naftalen	mg/kg s.m.	0,280
Acenaften	mg/kg s.m.	0,136
Fluoren	mg/kg s.m.	<0,010
Fenantren	mg/kg s.m.	<0,010
Antracen	mg/kg s.m.	<0,010
Fluoranten	mg/kg s.m.	0,057
Piren	mg/kg s.m.	0,036
Benzo(a)antracen	mg/kg s.m.	<0,010
Chryzen	mg/kg s.m.	<0,010
Benzo(b)fluoranten	mg/kg s.m.	<0,010
Benzo(k)fluoranten	mg/kg s.m.	<0,010
Benzo(a)piren	mg/kg s.m.	<0,010
Benzo(ghi)perylene	mg/kg s.m.	<0,010
Dibenzo(ah)antracen	mg/kg s.m.	<0,010
Indeno(1,2,3-cd)piren	mg/kg s.m.	<0,010
Suma WWA	mg/kg s.m.	0,509

*s.m. – sucha masa

5. Model zbiornika Rogoźnik I

Zastosowany został model AEM3D (Aquatic Ecosystem Model), który stanowi rozwinięcie dwóch modeli: ELCOM (Estuary, Lake and Coastal Ocean Model) i CAEDYM (Computation Aquatic Ecosystem DYNAMics Model) opracowanych przez Centre for Water Research (CWR) – jednostki podległej Uniwersytetowi Zachodniej Australii (University of Western Australia - UWA). Aktualnie prace nad rozwijaniem modelu kontynuowane są przez firmę HydroNumerics (<http://www.hydronumerics.com.au>). Model AEM3D pozwala na symulację przepływu wody; temperatury i gęstości (z uwzględnieniem stratyfikacji); cyklu obiegu biogenów, krzemionki, tlenu; zawiesin nieorganicznych; organizmów wodnych; dodatkowych parametrów fizykochemicznych, jak: pH, materia organiczna, stężenie wybranych jonów i metali (Hipsey i in., 2012; Hodges, Dallimore, 2013; Hodges, Dallimore, 2016).

Model działa z krokiem czasowym, krótszym od jednej doby. Krok ten jest uzależniony od rozdzielczości przestrzennej modelu, a zależność ta wynika z warunku CFL (Courant-Friedrichs-Lewy), będącego matematycznym warunkiem zbieżności numerycznych metod rozwiązywania równań różniczkowych opisujących propagację fal, i stanowiącego kryterium stabilności modelu (Hodges, Dallimore, 2013).

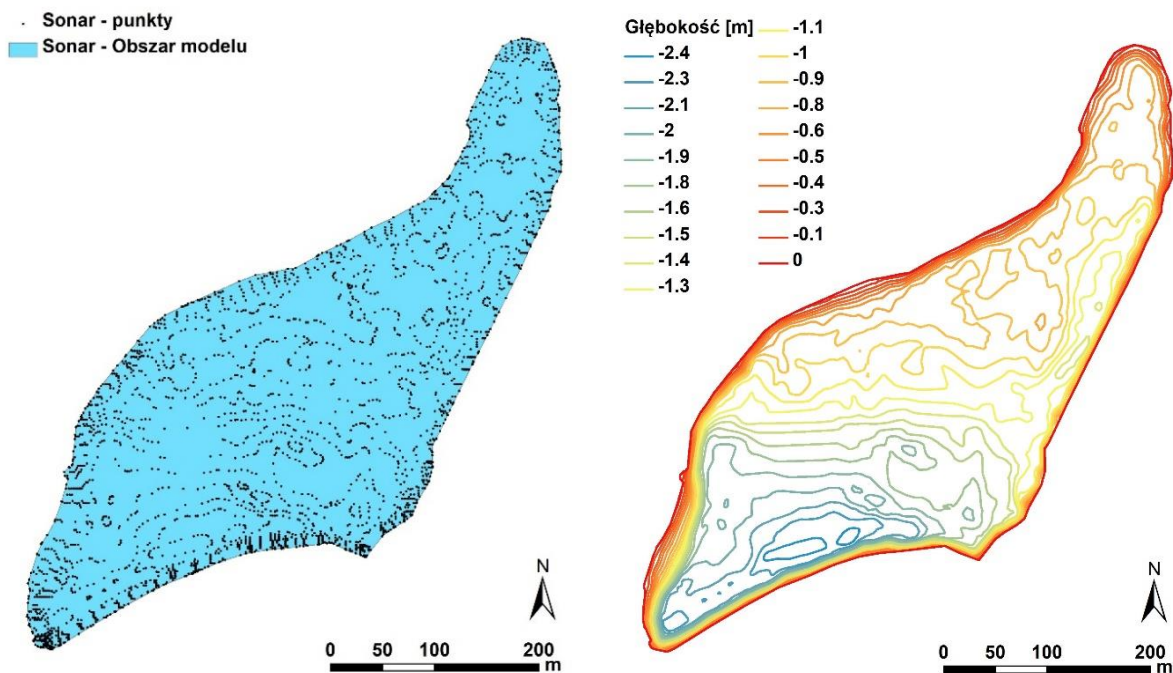
Model AEM3D pozwala na wybór procesów, które mają być symulowane. Podstawą jest symulacja przepływu wody, w której uwzględnić można dopływy i odpływy powierzchniowe i podpowierzchniowe, rozkład baroklinowy i barotropowy, ruchy wirowe, pływy, oddziaływanie wiatru, opad atmosferyczny, a także szereg urządzeń, jak np. zasuw (upusty), pompy i urządzenia do mieszania wody w profilu pionowym. Opcjonalnie model może uwzględniać transport temperatury i wymianę energii na granicy woda-atmosfera. Symulowany może być również wpływ promieniowania słonecznego na temperaturę wody i na przemiany biochemiczne. Opcją jest uruchomienie dodatkowych modułów pozwalających na kompleksową analizę (Hipsey i in., 2012; Hodges, Dallimore, 2016):

- cykli węgla, azotu, fosforu, krzemionki i tlenu rozpuszczonego;
- transportu kilku klas wielkości zawiesin nieorganicznych;
- dynamiki bakterii, fitoplanktonu, zooplanktonu, populacji ryb, makroalg;
- dodatkowych parametrów fizykochemicznych, jak pH, materia organiczna, stężenie wybranych jonów i metali (m.in. Fe, Mn, S, Al, Zn, Cd).

W przypadku symulacji przemian chemicznych użytkownik posiada możliwość wprowadzenia dodatkowych parametrów (substancji, jonów), stanowiących część bazy danych modelu specjalnego WATEQ4F.

5.1 Dane przestrzenne i struktura modelu

Ukształtowanie czaszy zbiornika odtworzone zostało w modelu na podstawie 4470 punktów sondowania akustycznego dna wykonanego przez Uniwersytet Śląski (Rys. 78). Punkty te posłużyły do wyznaczenia izolinii (Rys. 78), a następnie do wygenerowania map rastrowych dna w różnych rozdzielczościach.



Rys. 78. Dane sonarowe, użyte do sporządzenia mapy batymetrycznej

Dane do modelu przygotowano w rozdzielczości poziomej od 5 do 12 metrów. Ostatecznie przyjęto rozdzielczość poziomą równą 10 metrów (Rys. 79) jako kompromis pomiędzy docelową liczbą komórek modelu (im więcej, tym dokładniejszy przestrzennie model) i czasem niezbędnym do wykonania obliczeń (im większa rozdzielczość, tym dłuższy czas symulacji).

Przyjęcie rozdzielczości poziomej 10 m skutkowało utworzeniem mapy batymetrycznej zbiornika, składającej się z 53 kolumn i 61 wierszy. Głębokość maksymalna, minimalna i średnia czaszy zbiornika wynosi w modelu odpowiednio 2,40, 0,03 i 1,28 m.

Model podzielono na 7 warstw o różnej miąższości (Tabela 21). Miąższość warstw rośnie wraz z głębokością ponieważ założono, że właściwości wody są bardziej zróżnicowane przy powierzchni, gdzie silniejsze jest oddziaływanie warunków atmosferycznych i w tym miejscu model ma być bardziej szczegółowy.

Tabela 21. Miąższość warstw wody w modelu zbiornika

Nr warstwy	Głębokość dna [m]	Miąższość [m]	Uwagi
7	0.00	0.5	Góra to maksymalny poziom piętrzenia
6	-0.20	0.2	Góra to normalny poziom piętrzenia
5	-0.50	0.3	
4	-0.90	0.4	Zawiera minimalny poziom piętrzenia
3	-1.40	0.5	
2	-1.90	0.5	
1	-2.40	0.5	

Przyjęcie rozdzielczości poziomej, równej 10 metrów oraz przyjęcie 7 warstw wody skutkuje utworzeniem 7 574 komórek modelu (komórki możliwe do wypełnienia wodą) oraz utworzeniem powierzchni zbiornika składającej się z 1 517 komórek.

W modelu przyjęto dwa dopływy wód powierzchniowych, jeden odpływ wód powierzchniowych oraz odpływ lub dopływ wód podziemnych (Rys. 79). Identyfikatory wspomnianych warunków brzegowych oraz ich współrzędne w układzie modelu przedstawia Tabela 22.

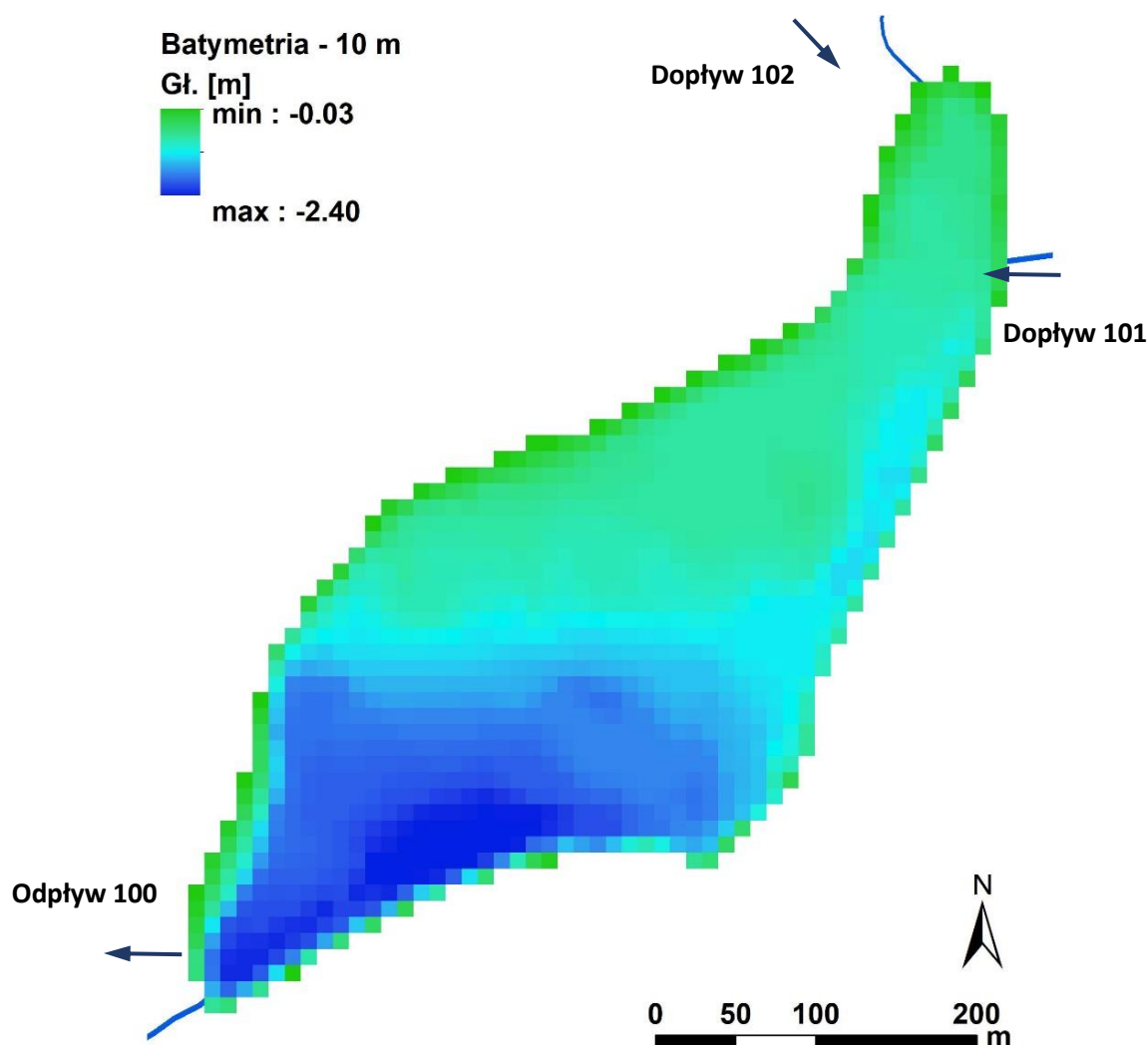
Tabela 22. Dopływy i odpływy w modelu zbiornika

Rodzaj warunku brzegowego	Identyfikator w modelu	Lokalizacja (nr wiersza i kolumny modelu)		Kierunek*	Głębokość komórki na mapie batymetrycznej
		i(x)	j(y)		
Odpływ (Jaworznik)	100	60	3	W (ym)	-0,84
Dopływ (Jaworznik)	101	14	52	E (yp)	-0,56
Dopływ (Potok z północy)	102	3	47	NW (xm,ym)	-0,04 (skorygowano do -0,34 m**)
Dopływ / odpływ podziemnych	150	Nie dotyczy		Od dna	<-0,5

* „ym” oznacza kierunek od strony Minusowych wartości na osi Y

„xm” oznacza kierunek od strony Minusowych wartości na osi X

** Korekta wykonana w celu zapewnienia swobodnego dopływu wody w okresach niższego piętrzenia w zbiorniku



Rys. 79. Mapa batymetryczna modelu o rozdzielczości 10 metrów z lokalizacją dopływów i odpływu

5.2 Konfiguracja modelu i dane wejściowe

5.2.1 Podstawowa konfiguracja modelu

Model zbiornika uruchomiono dla okresu jednego roku, przy użyciu danych meteorologicznych z roku 2016. W modelu tym uwzględniono następujące procesy (moduły modelu AEM3D):

- dopływy i odpływy ze zbiornika,
- transport temperatury,
- wymiana energii na granicy woda-atmosfera,
- wpływ opadów atmosferycznych na bilans wód i temperaturę wody,
- obliczanie gęstości wody i wpływu gęstości wody na jej przepływ,
- obliczanie czasu zatrzymania wody w zbiorniku,
- obliczanie transportu wirtualnego znacznika,
- transport azotu, fosforu, węgla, krzemionki i tlenu,
- biomasę fitoplanktonu.

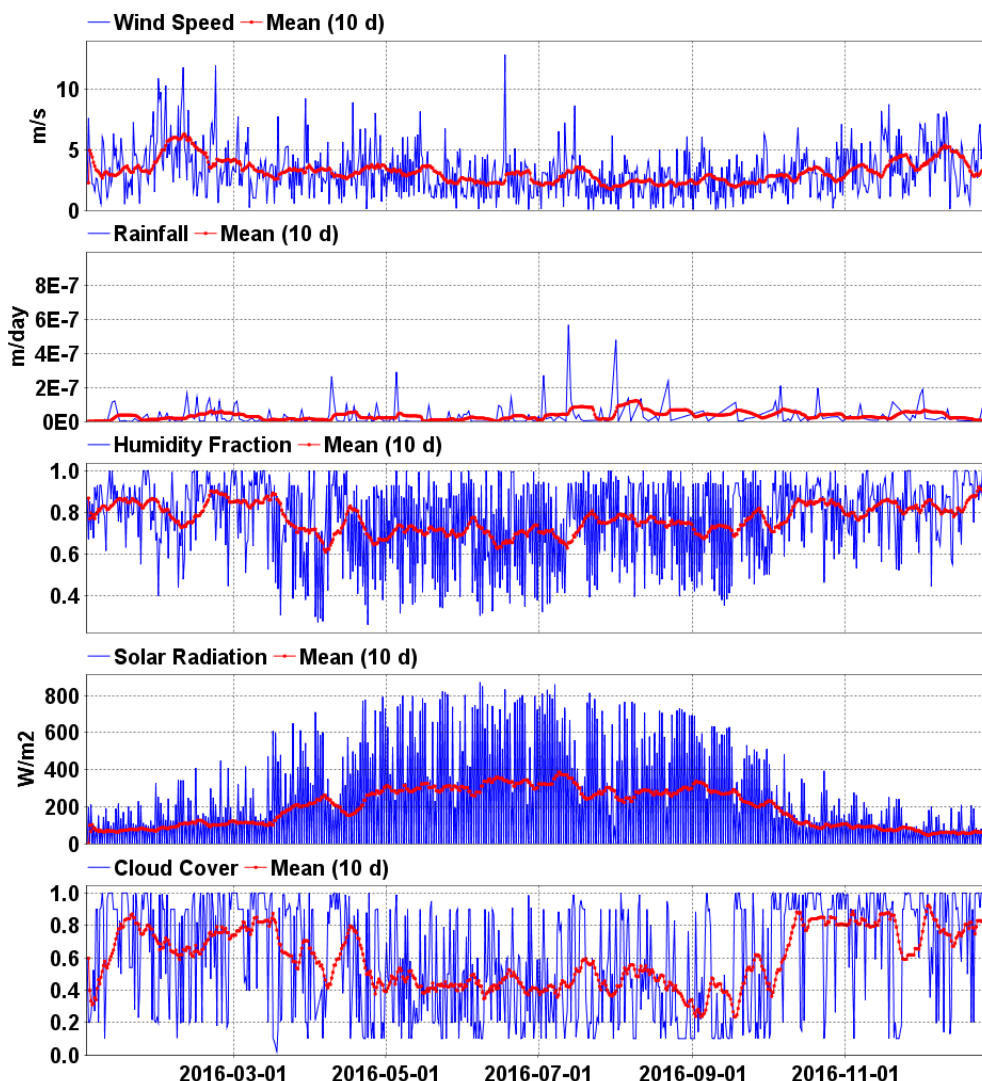
Obliczenia przepływu oparte są o model uwzględniający ciśnienie hydrostatyczne. W modelu nie uwzględniono tworzenia pokrywy lodowej.

Krok obliczeń modelu ustawiono na 180 sekund. Był to najkrótszy z testowanych kroków, zapewniający stabilność modelu. Czas wykonania rocznej symulacji modelu bez symulacji przemian biochemicznych wynosi około 19 minut (czas ten zależy głównie od ilości użytych rdzeni procesora oraz od jego prędkości – testowano na czterech fizycznych rdzeniach o prędkości 3,7 GHz). Czas wykonania rocznej symulacji przemian biochemicznych wynosi około 100 minut.

5.2.1.1 Dane wejściowe

5.2.1.1.1 Meteorologia

Dane meteorologiczne użyte w modelu pochodzą ze stacji monitoringu Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego, zlokalizowanych w Katowicach (minimalna i maksymalna temperatura dobowa, średnia dobowa wilgotność względna, średnia dobowa prędkość i kierunek wiatru, zachmurzenie) oraz w Świerkłańcu (opad atmosferyczny). Źródłem informacji o natężeniu promieniowania słonecznego jest serwis „Copernicus Atmosphere Monitoring Service Information” (CAMS, 2018). Dane meteorologiczne, użyte w modelu przedstawia Rys. 80.



Rys. 80. Dane meteorologiczne użyte w modelu zbiornika (linia czerwona oznacza średnią ruchomą dla 10 dni)

5.2.1.1.2 Natężenie dopływu i odpływu

Na etapie przygotowania modelu dostępne były jedynie dwie zweryfikowane informacje o natężeniu przepływu wody. Pierwszą z informacji jest pomiar wykonany podczas hydrograficznego zdjęcia terenowego na potrzeby Mapy Hydrograficznej Polski. W dniu 3 września 2001 r. w potoku Jaworznik zmierzono przepływ o natężeniu $0,19 \text{ m}^3/\text{s}$. Pomiar ten wykonany został w okresie mokrym. W ciągu tygodnia przed wykonaniem pomiaru na stacji opadowej w Świerklańcu zanotowano 23,6 mm opadu. W ciągu miesiąca przed wykonaniem pomiaru suma opadu wyniosła 62,5 mm. W tym samym czasie na bardziej odległej stacji w Katowicach opad wyniósł odpowiednio 24,9 i 109,2 mm.

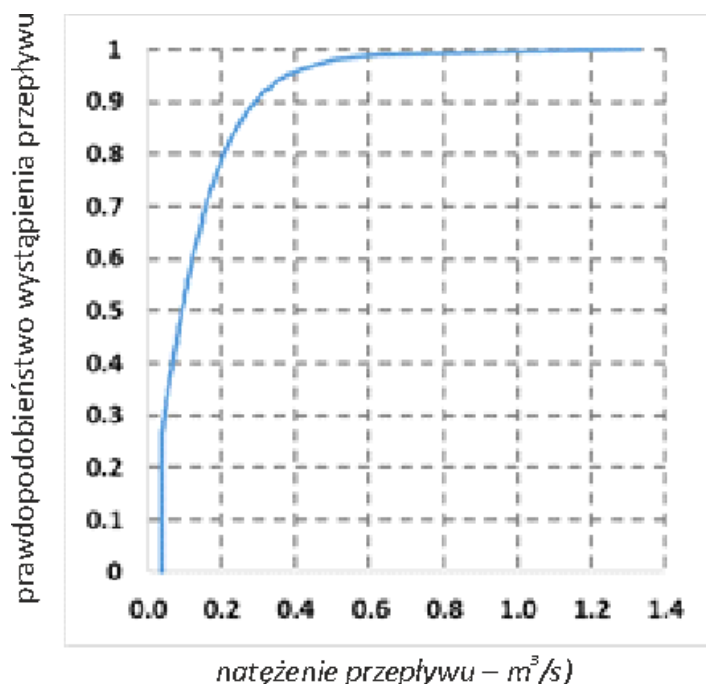
Dodatkowym pomiarem był pomiar wykonany na potrzeby niniejszej pracy. Pomiar wykonano na głównym dopływie i odpływie w dniu 21 sierpnia 2018 r. Wynik pomiaru wynosił $0,037$ oraz $0,018 \text{ m}^3/\text{s}$ odpowiednio dla dopływu i odpływu. Dopływ północnym potokiem wynosił $0 \text{ m}^3/\text{s}$. Pomiar ten wykonany został po długim okresie bezdeszczowym.

Na potrzeby modelu przygotowano trzy zestawy danych wejściowych, dotyczących natężenia dopływu:

- 1) Stały dopływ dla okresu wilgotnego, wynoszący $0,19 \text{ m}^3/\text{s}$ w przypadku Jaworznika oraz $0,004 \text{ m}^3/\text{s}$ dla dopływu północnego, którego zlewnia stanowi około 2% całkowitej zlewni zbiornika.
- 2) Odpływ powierzchniowy ze zbiornika przyjęto jako 90% dopływu całkowitego, ponieważ na etapie przygotowania modelu nie było informacji o natężeniu przepływu na odpływie w okresie wilgotnym. W celu zapewnienia zbliżonego poziomu piętrzenia na początku i na końcu symulacji przyjęto odpływ wód podziemnych wynoszący $0,022 \text{ m}^3/\text{s}$.
- 3) Stały dopływ dla okresu suchego, wynoszący $0,037 \text{ m}^3/\text{s}$ w przypadku Jaworznika oraz $0,001 \text{ m}^3/\text{s}$ dla dopływu północnego.

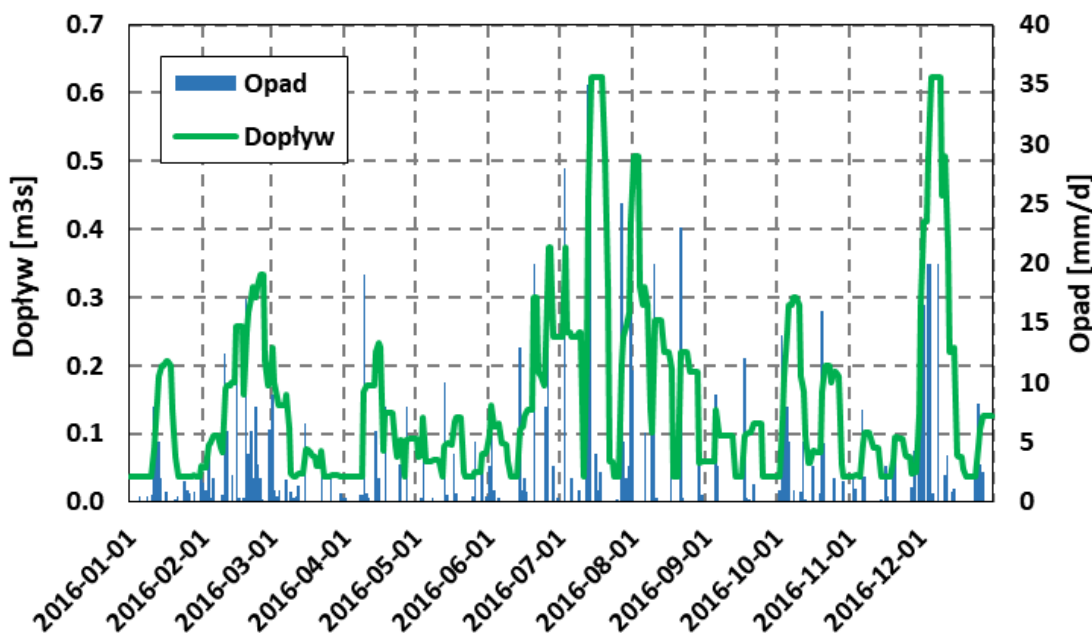
Odpływ powierzchniowy ze zbiornika przyjęto na poziomie $0,018 \text{ m}^3/\text{s}$, zgodnie z pomiarem wykonanym dla okresu suchego. W celu zapewnienia zbliżonego poziomu piętrzenia na początku i na końcu symulacji przyjęto odpływ wód podziemnych wynoszący $0,022 \text{ m}^3/\text{s}$.

- 4) Zmienny w czasie dopływ, który wynika z zależności pomiędzy opadem atmosferycznym i obserwowanym natężeniem przepływu. Jest to znaczne uproszczenie występującej w rzeczywistości zależności, ale pozwala na wykonanie symulacji, która odzwierciedlać będzie sezonowe zmiany dopływów do zbiornika. Do oszacowania zależności wykonano dystrybuantę empiryczną opadu, przy czym ze względu na obecność zbiornika Rogoźnik II oraz innych mniejszych zbiorników w zlewni zbiornika Rogoźnik I, przyjęto czas akumulacji dopływu równy 8 dni. Przyjęcie czasu dłuższego niż jedna doba pozwoliłoby też na uniknięcie błędów wynikających z różnicy miejsca pomiaru przepływu (dopływ do zbiornika) oraz opadu (Świerklaniec). Poniżej przedstawiona została dystrybuanta przepływu oparta o dwa pomiary przepływu i dystrybuantę opadu atmosferycznego (Rys. 81).



Rys. 81. Dystrybuanta przepływu oparta o dwa pomiary przepływu i dystrybuantę opadu atmosferycznego (oś pionowa to prawdopodobieństwo wystąpienia przepływu, a oś pozioma to natężenie przepływu – m^3/s)

Posłużyła ona do wyznaczenia przedstawionego poniżej natężenia dopływu Jaworznika do zbiornika. Oszacowane w ten sposób średnie natężenie dopływu w roku 2016 wynosiło $0,146 m^3/s$, a przepływ maksymalny wyniósł $0,623 m^3/s$ (Rys. 82).



Rys. 82. Dobowe wartości głównego dopływu do zbiornika, oszacowane na podstawie zależności opad-dopływ

W przypadku trzeciego zestawu danych, dopływ ciekim północnym do zbiornika Rogóżnik I stanowi 2% dopływu głównego. Odptyw wód powierzchniowych i podziemnych dla tego scenariusza jest zmienny w czasie i wynosi średnio $0,125 m^3/s$ w przypadku wód powierzchniowych i $0,025 m^3/s$ w przypadku wód podziemnych.

Temperatura dopływających wód

Temperatura dopływających wód została oszacowana w oparciu o równanie Stefana i Preud'homme'a (1993) opracowane dla cieków o dobrym stopniu wymieszania wód z korektą (*0,74), która wynikała z porównania obserwowanej i wyliczonej wspomnianym wzorem temperatury wody dla przekroju wodowskazowego w Świerklańcu):

$$W_TEMP = 5 + 0,75 \text{ AIR_TEMP}$$

gdzie W_TEMP to średnia dobową temperatura wody i AIR_TEMP to średnia dobową temperatura powietrza. Do obliczonej temperatury wody wprowadzono również korektę polegającą na zmianie wartości ujemnych na wartości równe 0.

Oszacowaną temperaturę poddano weryfikacji na podstawie danych dla przekroju wodowskazowego z wynikiem wskazującym na bardzo dobre dopasowanie (współczynnik Nasha-Sutcliffe'a równy 0,81 i współczynnik R² równy 0,82).

5.2.1.1.3 Jakość dopływu

Na potrzeby niniejszej pracy dostępne były wyniki jedynie jednej serii pomiarowej jakości wód powierzchniowych. Pomiaru te obejmowały cztery punkty, których lokalizacja pokrywa się z obszarem objętym modelem zbiornika. Wyniki pomiarów, które zostały użyte na potrzeby modelowania przedstawia Tabela 23.

Tabela 23. Wyniki analiz jakości wody, użyte jako dane wejściowe do modelu zbiornika

Parametr	Jednostka	Symbol w modelu	Punkty pomiarowe			
			Zbiornik (najbliższa część)	Odływ	Dopływ Jaworzniaka	Dopływ potoku z północy
			Punkt 242	Punkt 501	Punkt 502	Punkt 262
Odczyn	-	PH	8.5	8.6	8.5	7.9
Azot amonowy	mg/l	NH4	0	0	0	0.1
Azot azotanowy	mg/l	NO3	0.0078	0.0039	0.1787	0.0748
Tlen rozpuszczony	mg/l	DO	11.2	10.2	8	7.7
Azot organiczny	mg/l	DONL	0.7	0.1	0.2	0.8
Rozpuszczony węgiel organiczny	mg/l	DOCL	5.4	5.9	5.2	4.6
Cząsteczkowy węgiel organiczny	mg/l	POCL	0	0.2	0	0.1
Fosfor fosforanowy	mg/l	PO4	0.02	0.02	0.02	0.02
Fosfor organiczny	mg/l	DOPL	0.07	0.07	0.07	0.07
Krzemionka	mg Si/l	SiO2	1.49	1.54	1.82	1.77
Zawiesina	mg/l	SSOL1	9.00	11.00	8.00	6.00
Zooplankton	mg C/l	ZOOP1	0.00074	0.00028	0.00074	0.00046
Fitoplankton, grupa 1: Sinice	µg ChlA/l	CYANO	0.0131	0.0053	0.0071	0.0066
Fitoplankton, grupa 2: Chryzofity i inne	µg ChlA/l	CHRYC	1.6153	1.4124	0.6783	0.8839
Fitoplankton, grupa 3: Chlorofity	µg ChlA/l	CHLOR	13.0738	12.1882	30.4704	2.1324
Fitoplankton, grupa 4: Okrzemki	µg ChlA/l	FDIAT	0.7121	0.9971	1.2365	0.3988

Dane te nie pozwalają na wykonanie analiz z uwzględnieniem zmian jakości wody w zbiorniku, jakie następują w różnych porach roku. Biorąc pod uwagę użyteczność takich analiz dla oceny stanu zbiornika oraz prognozowania zmian, jakie mogą zajść w zbiorniku na skutek wdrażania działań naprawczych, wykonano oszacowanie stężeń zanieczyszczeń, jakie mogą doptynąć do zbiornika w innych okresach roku.

W celu oszacowania stężeń w innych miesiącach niż sierpień (czas poboru próbek), wykorzystane zostały krzywe, reprezentujące stężenia biogenów i planktonu obliczone za pomocą modelu SWAT (Soil and Water Assessment Tool) dla innych zlewni o charakterze podobnym do zlewni zbiornika Rogoźnik I (ukształtowanie terenu, wielkość zlewni, zagospodarowanie terenu). Krzywe te obliczone zostały na podstawie danych udostępnionych w serwisie informacyjnym CRIS⁴ (Complex River Information System) i opracowanych w ramach projektu o tym samym akronimie. Poniżej przedstawiono stężenia parametrów, dla których oszacowano miesięczną zmienność w stosunku do wartości analiz wykonanych w sierpniu dla zbiornika Rogoźnik I (Tabela 24).

Tabela 24. Szacowane, miesięczne wartości parametrów jakości wód dopływających do zbiornika Rogoźnik I

Miesiąc	NH4	NO3	DO	DONL	PO4	DOPL	SSOL1	CYANO	CHRY5	CHLOR	FDIAT
Dopływ 1: Jaworznik											
1	0.0000	0.2705	10.5912	0.0816	0.0076	0.0254	3.22	0.00033	0.2416	3.9154	0.7403
2	0.0000	0.3940	10.1381	0.0947	0.0095	0.0299	3.62	0.00016	0.3075	2.8523	0.4669
3	0.0000	0.4282	10.1121	0.1644	0.0163	0.0577	7.18	0.00026	0.8008	34.8666	1.3033
4	0.0000	0.7530	11.7367	0.2440	0.0272	0.0895	10.03	0.00020	0.1956	22.3622	1.0957
5	0.0000	1.1406	10.7486	0.2566	0.0278	0.0939	11.84	0.00065	0.1121	27.4055	1.1559
6	0.0000	1.3424	9.9465	0.2429	0.0280	0.0858	10.68	0.00164	0.3788	30.6599	2.0439
7	0.0000	0.7606	8.9733	0.2214	0.0257	0.0757	9.34	0.00420	0.4237	45.6687	0.9736
8	0.0000	0.1787	8.0000	0.2000	0.0235	0.0655	8.00	0.00711	0.6783	30.4704	1.2365
9	0.0000	0.1914	9.6659	0.1664	0.0186	0.0548	7.01	0.00277	1.0404	18.5136	0.9402
10	0.0000	0.2041	11.3318	0.1328	0.0137	0.0442	6.02	0.00174	0.3009	20.5482	0.8609
11	0.0000	0.1188	12.0623	0.1183	0.0113	0.0398	5.84	0.00098	0.6740	29.4048	1.2266
12	0.0000	0.1895	9.8990	0.0836	0.0075	0.0259	3.69	0.00063	0.2937	6.3120	0.8380
Dopływ 2: Ciek z północy											
1	0.0207	0.1132	10.1940	0.3265	0.0064	0.0269	2.42	0.00030	0.3148	0.2740	0.2388
2	0.0255	0.1649	9.7580	0.3787	0.0079	0.0317	2.72	0.00015	0.4008	0.1996	0.1506
3	0.0441	0.1792	9.7329	0.6577	0.0135	0.0611	5.39	0.00024	1.0436	2.4401	0.4204
4	0.0866	0.3151	11.2966	0.9760	0.0227	0.0949	7.53	0.00019	0.2549	1.5650	0.3534
5	0.0940	0.4773	10.3455	1.0266	0.0232	0.0995	8.88	0.00060	0.1461	1.9179	0.3728
6	0.1089	0.5618	9.5735	0.9714	0.0233	0.0909	8.01	0.00151	0.4936	2.1457	0.6592
7	0.1044	0.3183	8.6368	0.8857	0.0214	0.0802	7.01	0.00387	0.5522	3.1960	0.3140
8	0.1000	0.0748	7.7000	0.8000	0.0196	0.0694	6.00	0.00656	0.8839	2.1324	0.3988
9	0.0733	0.0801	9.3034	0.6656	0.0155	0.0581	5.26	0.00255	1.3558	1.2956	0.3033
10	0.0466	0.0854	10.9069	0.5312	0.0114	0.0468	4.52	0.00160	0.3921	1.4380	0.2777
11	0.0371	0.0497	11.6100	0.4732	0.0094	0.0421	4.38	0.00090	0.8783	2.0578	0.3956
12	0.0237	0.0793	9.5278	0.3346	0.0062	0.0275	2.77	0.00058	0.3828	0.4417	0.2703

⁴ <http://cris.ietu.katowice.pl/>

5.2.1.1.4 Stan początkowy zbiornika

W celu uruchomienia symulacji konieczne jest opisanie stanu początkowego zbiornika. W przypadku analiz wykonywanych na potrzeby niniejszej pracy początkiem symulacji jest styczeń. W oparciu o badania wykonane w zbiorniku w sierpniu bieżącego roku oraz w oparciu o zaprezentowaną powyżej dynamikę wybranych wskaźników jakości wody oszacowane zostały parametry jakości wody w zbiorniku, jakie mogą panować w styczniu. Stan początkowy jakości wody w zbiorniku wprowadzony został w oparciu o interpolację przestrzenną, danych które przedstawia Tabela 25.

Tabela 25. Stan początkowy jakości wody w zbiorniku, przyjęty w modelu dla stycznia

Parametr	Jednostka	Symbol w modelu	Punkty pomiarowe			
			Zbiornik (najgłębsza część)	Odptyw	Dopływ Jaworznika	Dopływ potoku z północy
			Punkt 242	Punkt 501	Punkt 502	Punkt 262
Odczyn	-	PH	8.5	8.6	8.5	7.9
Azot amonowy	mg/l	NH ₄	0	0	0	0.02
Azot azotanowy	mg/l	NO ₃	0.0118	0.0059	0.2705	0.1132
Tlen rozpuszczony	mg/l	DO	14.8	13.5	10.6	10.2
Azot organiczny	mg/l	DONL	0.2857	0.0408	0.0816	0.3265
Rozpuszczony węgiel organiczny	mg/l	DOCL	5.4	5.9	5.2	4.6
Cząsteczkowy węgiel organiczny	mg/l	POCL	0.0	0.2	0.0	0.1
Fosfor fosforanowy	mg/l	PO ₄	0.0059	0.0068	0.0076	0.0064
Fosfor organiczny	mg/l	DOPL	0.0278	0.0279	0.0254	0.0269
Krzemionka	mg Si/l	SiO ₂	1.49	1.54	1.82	1.77
Zawiesina	mg/l	SSOL1	3.63	4.43	3.22	2.42
Zooplankton	mg C/l	ZOOP1	0.0007	0.0003	0.0007	0.0005
Fitoplankton, grupa 1: Sinice	µg ChlA/l	CYANO	0.0006	0.0002	0.0003	0.0003
Fitoplankton, grupa 2: Chryzofity i inne	µg ChlA/l	CHRYS	0.5754	0.5031	0.2416	0.3148
Fitoplankton, grupa 3: Chlorofity	µg ChlA/l	CHLOR	1.6800	1.5662	3.9154	0.2740
Fitoplankton, grupa 4: Okrzemki	µg ChlA/l	FDIAT	0.4263	0.5969	0.7403	0.2388

5.3 Konfiguracja plików wyjściowych

Pliki wyjściowe obejmują:

- mapę wartości uśrednionych dla wszystkich warstw,
- mapę powierzchni zbiornika,
- mapę dna zbiornika,
- punkt odptywu,
- profil pionowy w najgłębszym miejscu (współrzędne modelu: 50, 15),
- przekrój przez zbiornik od dopływu Jaworznika do punktu odptywu.

Pliki mają postać serii czasowej dla roku 2016 o rozdzielczości 12 godzin. Wszystkie pliki mają format NetCDF. Matematyczny model ekosystemowy zbiornika Rogoźnik I przygotowany za pomocą programu AEM3D znajduje się na nośniku cyfrowym ([Załącznik cyfrowy nr 5](#) – pliki skompresowane, format ZIP).

5.4 Analiza wybranych scenariuszy

Model posłużył do sprawdzenia scenariuszy funkcjonowania zbiornika Rogoźnik I w zmiennych warunkach hydrologicznych (okres wilgotny, okres suchy oraz okres o dopływie zmiennym w czasie), które mogą być skutkami występujących obecnie i prognozowanych zmian klimatu. Główne zagrożenia z tym związane to wzrost temperatury, występowanie okresów bezopadowych oraz zmiana struktury opadów.

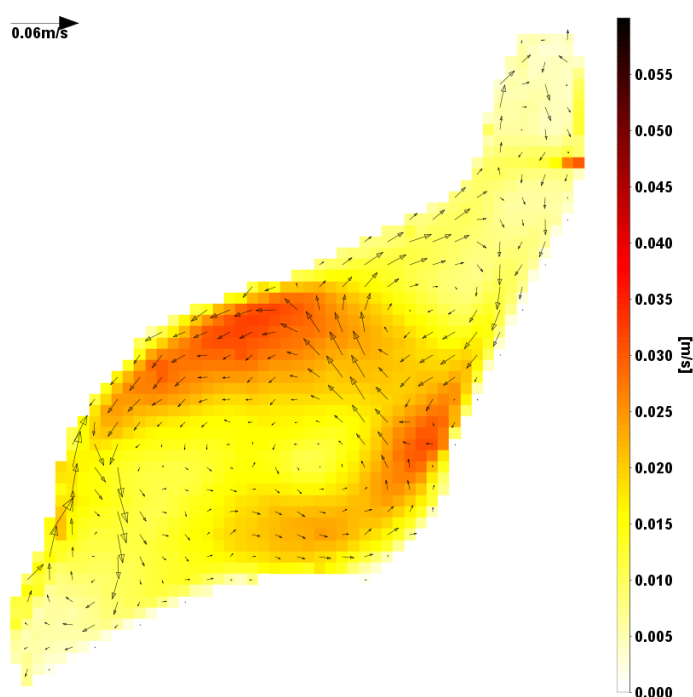
Dla zmiennych warunków hydrologicznych modelowano przebieg procesu napełniania zbiornika. W celu zbadania czynników wpływających na jakość wody w zbiorniku Rogoźnik I testowano również konsekwencje zmniejszenia dopływu substancji biogennych i fitoplanktonu ze zbiornika Rogoźnik II.

5.4.1 Prędkość przepływu wody oraz czas retencji w różnych warunkach hydrologicznych

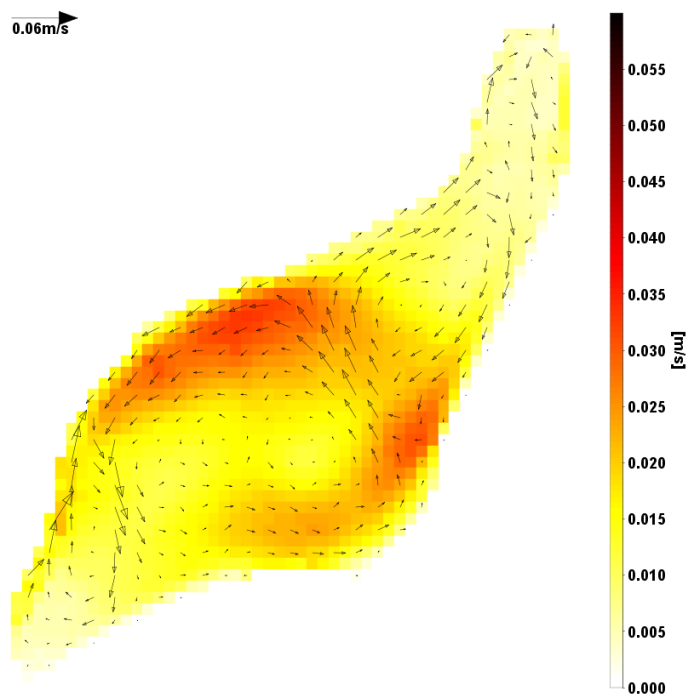
Wyniki symulacji przedstawiono dla trzech scenariuszy odpowiadających scenariuszom dopływu wód do zbiornika (opisane w rozdziale „5.2.1.1.2. Natężenie dopływu i odpływu”) dla:

- scenariusz 1 – okresu wilgotnego,
- scenariusz 2 – okresu suchego,
- scenariusz 3 – okresu o dopływie zmiennym w czasie.

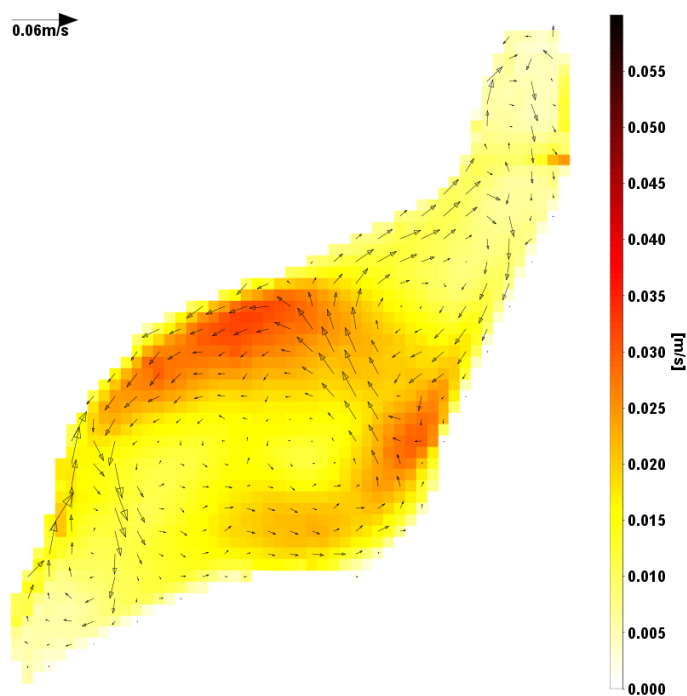
Dominujące kierunki przepływu wody w zbiorniku są wywołane energią wiatru. Potwierdzają to mapy rozkładu średnich prędkości i kierunków przepływu wody dla wszystkich trzech scenariuszy (Rys. 83, Rys. 84, Rys. 85). We wszystkich scenariuszach największa prędkość przepływu występuje w środkowej części zbiornika wzdłuż północno-zachodniego i południowo-wschodniego brzegu. Kierunek przepływu wody w tej części zbiornika jest odwrotny do kierunku ruchu wskazówek zegara. Jedynie w scenariuszu 1 i 3 prędkość jest większa poniżej ujścia Jaworzniaka do zbiornika.



Rys. 83. Średnia roczna prędkość i kierunek przepływu wody – scenariusz 1



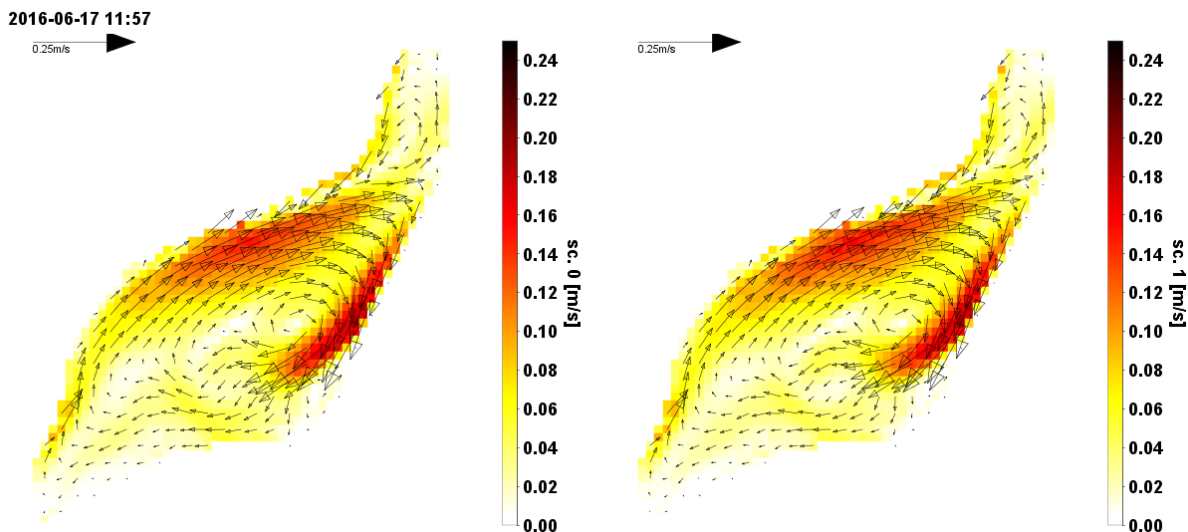
Rys. 84. Średnia roczna prędkość i kierunek przepływu wody – scenariusz 2



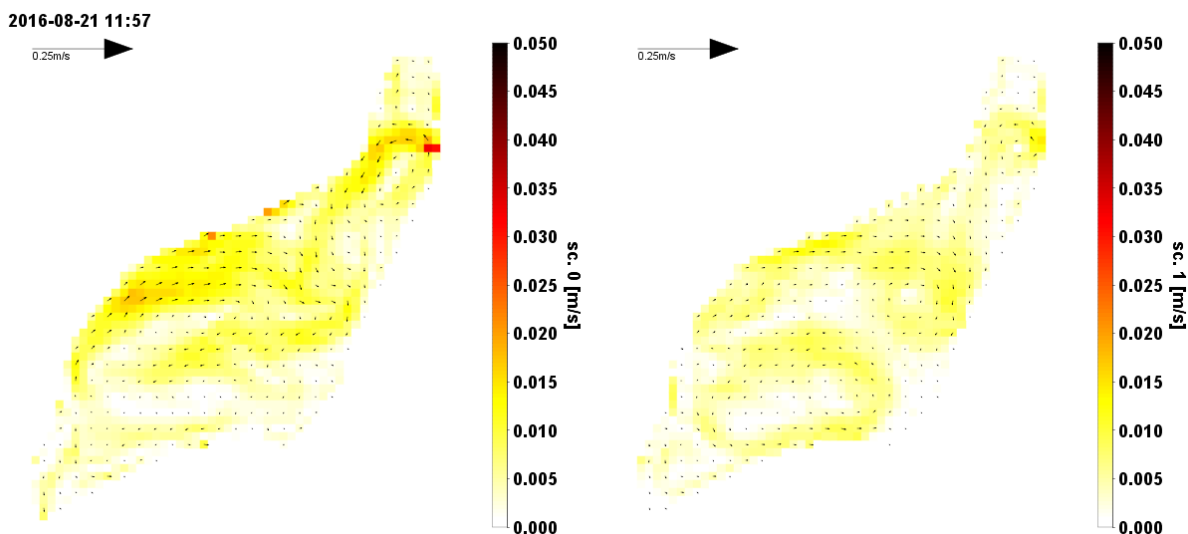
Rys. 85. Średnia roczna prędkość i kierunek przepływu wody – scenariusz 3

Pomimo, że dominującym czynnikiem, wpływającym na kierunek przepływu wód jest wiatr (Rys. 86), to w okresach o małej prędkości wiatru i o dużym dopływie do zbiornika, to właśnie dopływ decyduje o kierunku i prędkości przepływu wody (Rys. 87). Prędkość przepływu wody wywołana dopływami

powierzchniowymi jest jednak znacznie mniejsza niż prędkość, która jest wynikiem oddziaływania wiatru.

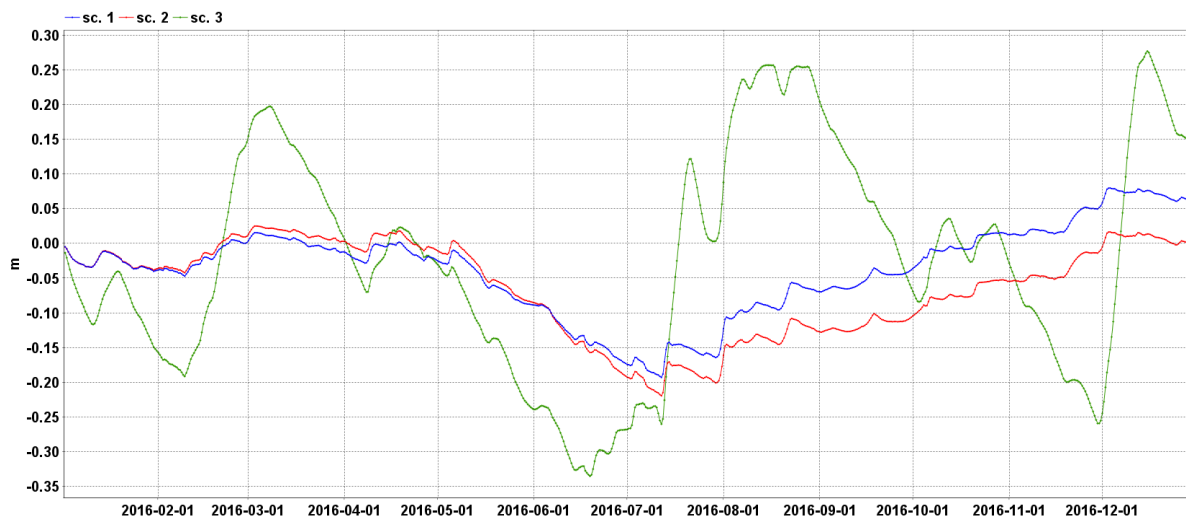


Rys. 86. Prędkość i kierunek przepływu wody w okresie, w którym dominującym czynnikiem jest wiatr (scenariusz 1 po lewej, scenariusz 2 po prawej)



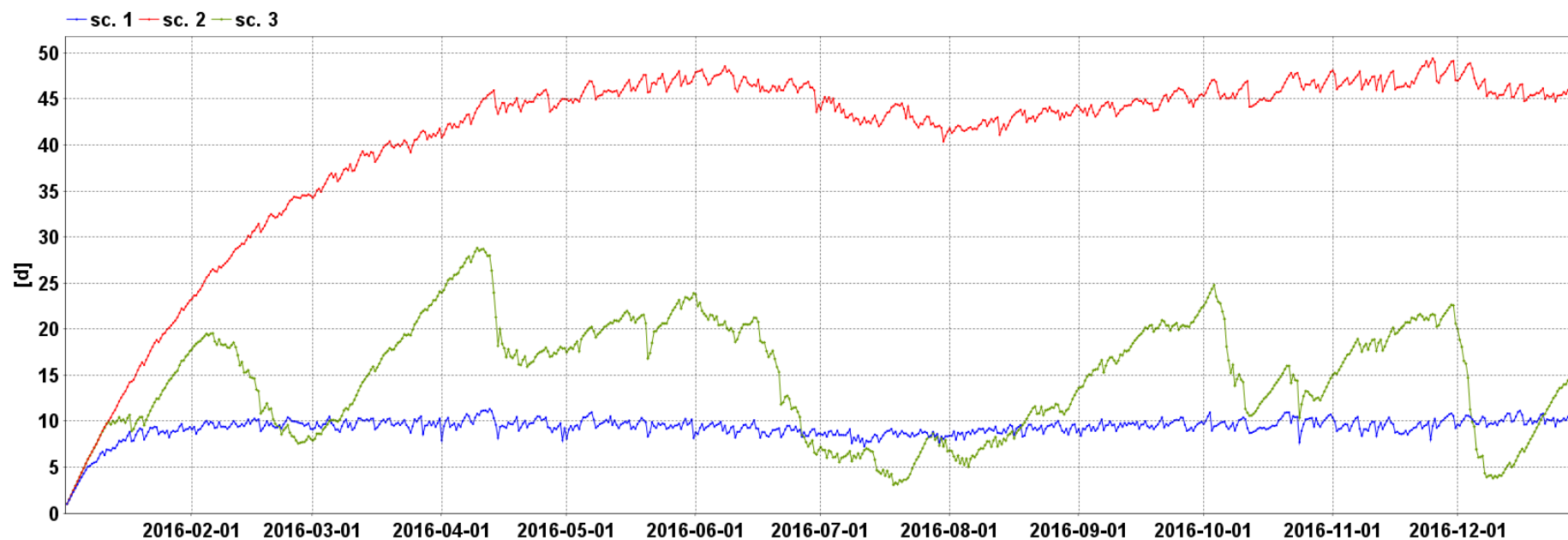
Rys. 87. Prędkość i kierunek przepływu wody w okresie, w którym dominującym czynnikiem jest dopływ wód powierzchniowych (scenariusz 1 po lewej, scenariusz 2 po prawej)

W przypadku okresu wilgotnego i suchego różnica poziomu piętrzenia wody jest niewielka i systematycznie narastająca (Rys. 88). Różnica ta jest wynikiem parowania, ponieważ pozostałe elementy bilansu wodnego dla dwóch porównywanych scenariuszy (dopływy i odpływy) dają ten sam wynik. W przypadku niskiego dopływu wody do zbiornika parowanie jest wyższe i wynosi 568 mm/r. Dla okresu wilgotnego suma roczna parowania wynosi 531 mm. W przypadku scenariusza trzeciego, wahania zwierciadła wody są znacznie większe i są zależne głównie od dopływu i odpływu wód.

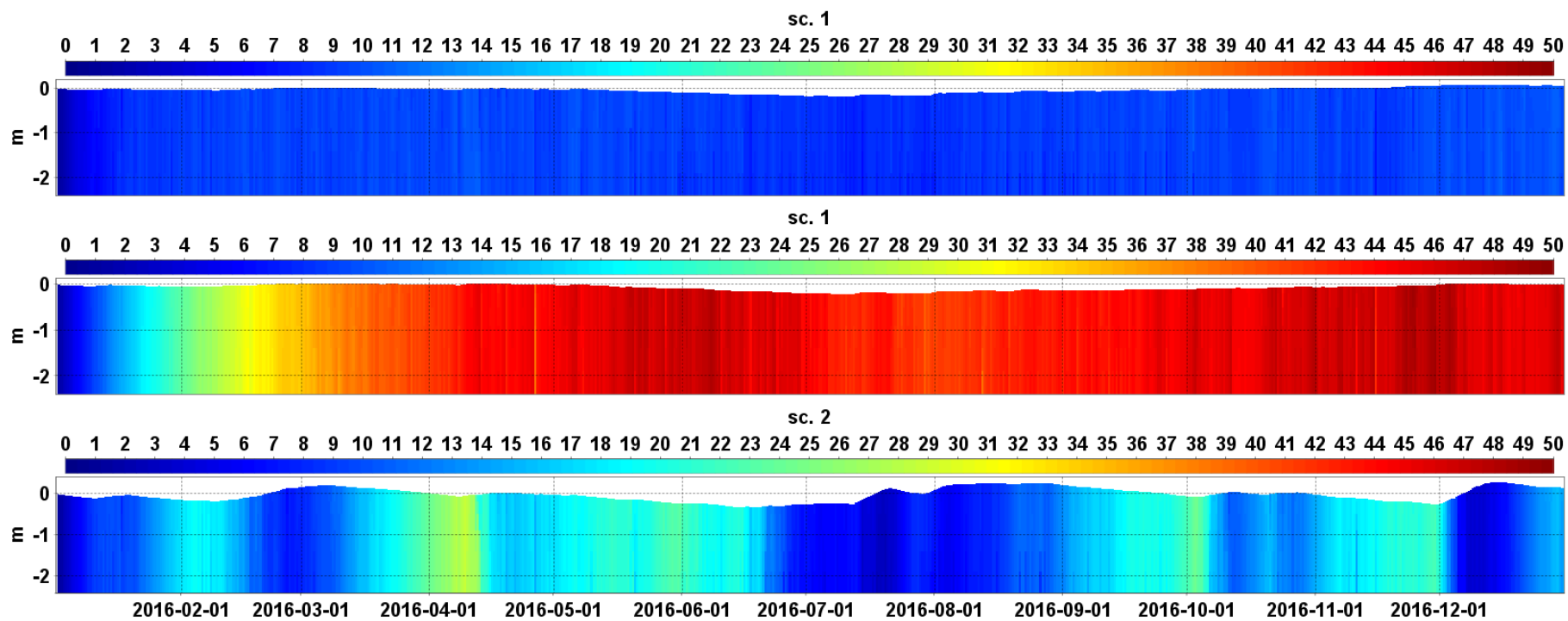


Rys. 88. Poziomy piętrenia wody dla trzech scenariuszy doływu do zbiornika

Czas przebywania w zbiorniku wody odpływającej rzeką Jaworznik waha się od 3 do 29 dni, ze średnią równą 15 dni, (Rys. 89, scenariusz 3). W przypadku dużego doływu do zbiornika (scenariusz 1), czas zatrzymania wody stabilizuje się na poziomie 10 dni, natomiast w przypadku niskiego doływu (scenariusz 2) okres zatrzymania wody wynosi średnio 45 dni (Rys. 90).



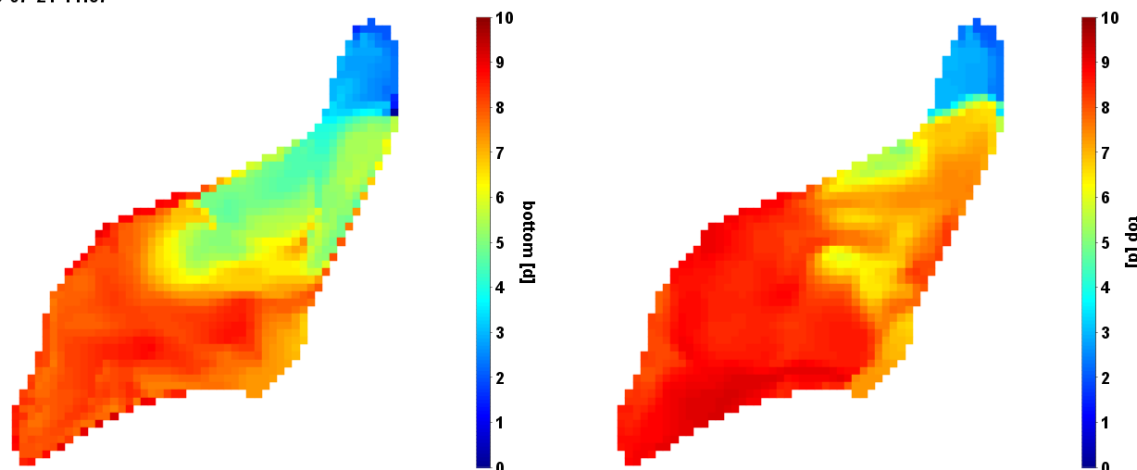
Rys. 89. Czas retencji wody w odpływie ze zbiornika (3 scenariusze dopływu)



Rys. 90. Czas retencji wody w pionowej kolumnie wody, w najgłębszej części zbiornika (góra: scenariusz 1, środek: scenariusz 2, dół: scenariusz 3)

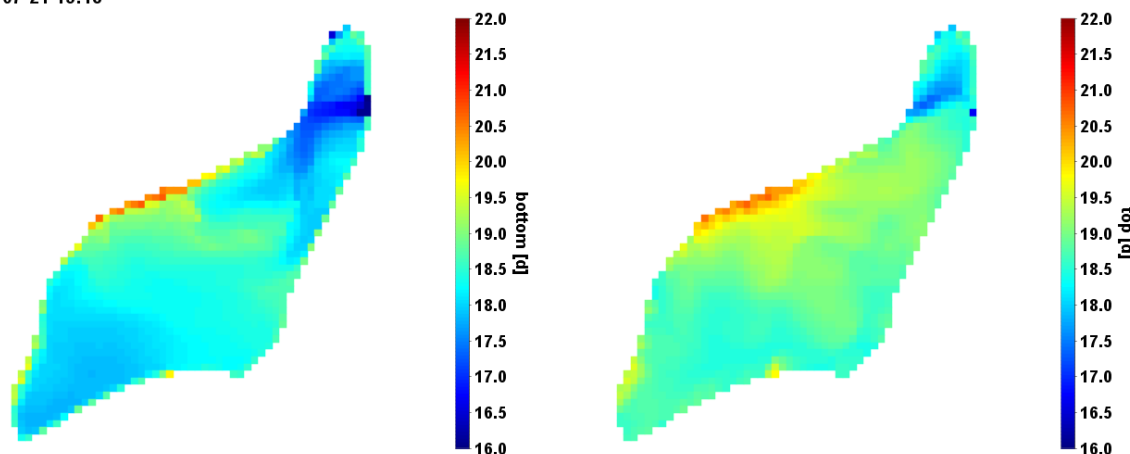
Średnia roczna różnica czasu zatrzymania wody na dzień i przy powierzchni nie jest istotna w przypadku wszystkich trzech scenariuszy. Różnice, pojawiające się okresowo podczas dużych doływów mogą mieć już jednak istotne znaczenie. W przypadku scenariusza 1 różnica czasu zatrzymania wynosić może do 3 dni, szczególnie w północnej części zbiornika (Rys. 91). W zbiorniku, w okresach zwiększonego doływu wody zimniejszej niż woda w zbiorniku, doływ kierowany jest ku głębszym warstwom (Rys. 92). Z tego powodu czas zatrzymania wody w głębszej części zbiornika może być krótszy. Podobny efekt można zauważyć w przypadku scenariusza 2, w którym czas zatrzymania wody przy dnie może być nawet o 10 dni krótszy niż przy powierzchni.

2016-07-21 11:57



Rys. 91. Czas retencji wody przy dnie (strona prawa) i przy powierzchni (strona lewa) dla scenariusza 1

2016-07-21 13:18



Rys. 92. Temperatura wody przy dnie (strona prawa) i przy powierzchni (strona lewa) dla scenariusza 1

5.4.2 Symulacja napełniania zbiornika

Analizę wykonano w celu określenia czasu po jakim zbiornik Rogoźnik I zostałby wypełniony wodą do normalnego poziomu piętrzenia (NPP = 286,5 m n.p.m.).

Symulację napełniania przeprowadzono dla czterech wariantów:

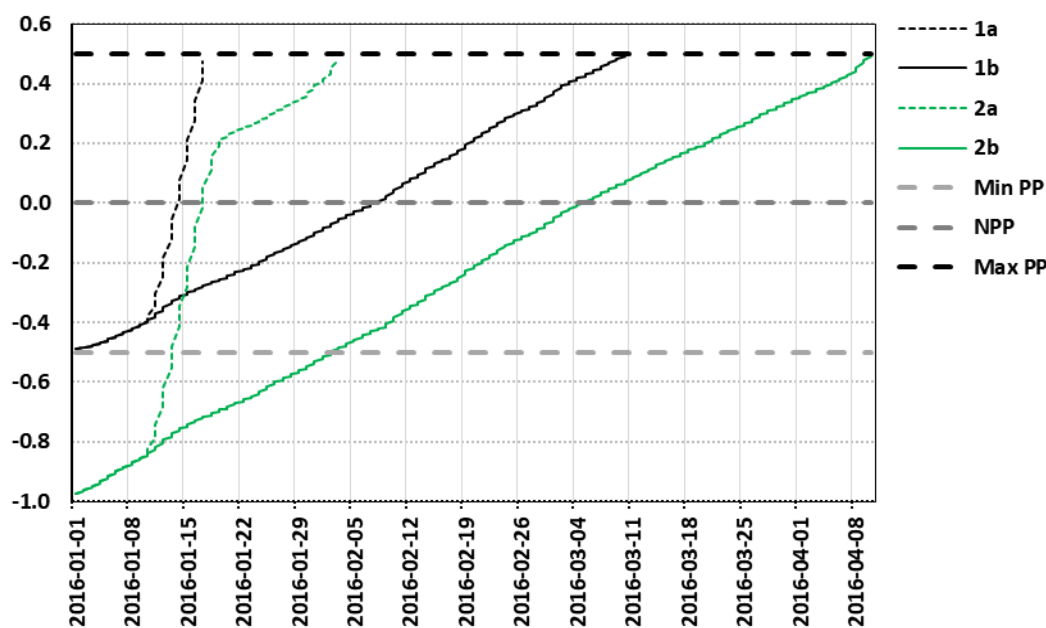
- 1) Stan początkowy odpowiadający minimalnemu poziomowi piętrzenia (MinPP = 286,0 m n.p.m.), czyli 0,5 metra poniżej NPP:

- a. Napełnianie przy zmiennym w czasie dopływie, oszacowanym na podstawie zależności opad-dopływ dla roku 2016.
 - b. Napełnianie przy minimalnym dopływie (charakterystycznym dla okresu bezopadowego);
- 2) Stan początkowy 1 metr poniżej NPP:
- c. Napełnianie przy zmiennym w czasie dopływie, oszacowanym na podstawie zależności opad-dopływ dla roku 2016.
 - d. Napełnianie przy minimalnym dopływie (charakterystycznym dla okresu bezopadowego);

W celu wykonania symulacji, lokalizacja dopływów do zbiornika została obniżona do rzędnej 285,5 m n.p.m. Napełnianie odbywa się przy zamkniętych urządzeniach piętrzących.

Wykonane obliczenia wskazały, że wypełnienie zbiornika od minimalnego do normalnego poziomu piętrzenia nastąpi po 12 dniach w przypadku, gdy dopływ do zbiornika jest zmienny w czasie, zależny od opadu atmosferycznego (scenariusz 1a). W przypadku ciągłego dopływu minimalnego, charakterystycznego dla okresów bezdeszczowych osiągnięcie tego poziomu wymaga 37 dni (scenariusz 1b). Dla obu tych scenariuszy napełnienie zbiornika do maksymalnego poziomu piętrzenia (MaxPP=287 m n.p.m.) nastąpiłoby po 16 i 69 dniach.

Kolejne dwa scenariusze dotyczą napełniania zbiornika począwszy od poziomu o 0,5 m niższego niż MinPP. W przypadku, gdy dopływ do zbiornika jest zmienny w czasie, zależny od opadu, poziom NPP osiągnięty zostanie po 16 dniach, a poziom MaxPP po 32 dniach (scenariusz 2a). Gdyby jednak dopływ do zbiornika odpowiadał minimalnemu dopływowi, jaki został zmierzony w okresie bezdeszczowym, to osiągnięcie poziomu NPP nastąpiłoby po 63 dniach, a poziomu MaxPP po 100 dniach (scenariusz 2b). W warunkach rzeczywistych, w przypadku planowanego obniżenia poziomu piętrzenia, a następnie ponownego napełniania zbiornika, czas napełniania może zostać skrócony poprzez odpowiednie wykorzystanie możliwości retencyjnych zbiornika Rogoźnik II. Czas napełniania zbiornika przy zamkniętych urządzeniach upustowych przedstawia Rys. 93.



Rys. 93. Czas napełniania zbiornika do poziomu NPP i MaxPP („1a” dopływ zmienny w czasie i poziom początkowy równy MinPP; „1b” dopływ minimalny i poziom początkowy równy MinPP; „2a” dopływ zmienny w czasie i poziom początkowy równy MinPP-0,5m; „2b” dopływ minimalny i poziom początkowy równy MinPP-0,5m)

5.4.3 Wpływ redukcji dopływu biogenów i fitoplanktonu ze zbiornika Rogoźnik II na stężenia w zbiorniku Rogoźnik I

Analiza ta polegała na przeprowadzeniu symulacji trzech scenariuszy, które różniły się stężeniami biogenów i fitoplanktonu dopływających do zbiornika. Zakres niniejszej pracy nie obejmował szacowania udziału różnych źródeł zanieczyszczeń w ładunku dopływającym do zbiornika Rogoźnik I. Zakłada się jednak, że do źródeł tych należą źródła naturalne (rozkład materii organicznej w zlewni i część produkcji pierwotnej w zbiornikach Rogoźnik II oraz III), rolnictwo (nawozy), nieszczelna kanalizacja sanitarna i zbiorniki bezodpływowe służące do gromadzenia ścieków, a także związane z aktywnością rekreacyjną ścieki i odpady odprowadzane bezpośrednio do wody i do gruntu. Ładunek zanieczyszczeń z poszczególnych źródeł jest o tyle trudny do oszacowania, że duża część tego ładunku przepływa przez zbiornik Rogoźnik II, w którym może następować częściowa retencja zanieczyszczeń (lub ich produkcja, jeżeli dopływ fitoplanktonu rozpatrywany będzie jako dopływ zanieczyszczeń do zbiornika Rogoźnik I).

Celem analizy była więc ocena wpływu ładunku zanieczyszczeń wprowadzanych ze zbiornika Rogoźnik II do zbiornika Rogoźnik I. Analizowane scenariusze to:

- Scenariusz 0: dopływ „rzeczywisty” oszacowany zgodnie z opisem w rozdziale „Jakość dopływu”;
- Scenariusz 1: redukcja stężenia biogenów i fitoplanktonu o 10% w stosunku do scenariusza 0;
- Scenariusz 2: redukcja stężenia biogenów i fitoplanktonu o 20% w stosunku do scenariusza 0.

Pierwszym z rozpatrywanych efektów redukcji stężeń zanieczyszczeń dopływających do zbiornika było stężenie azotu, fosforu i chlorofilu alfa na odpływie ze zbiornika Rogoźnik I. Informacja ta może być przydatna w ocenie możliwości osiągnięcia określonego celu ekologicznego na odpływie ze zbiornika poprzez działania w obrębie zbiornika i jego zlewni bezpośrednio. Poniżej, na rysunku przedstawiono stężenie trzech wspomnianych wyżej parametrów na odpływie ze zbiornika dla wszystkich trzech scenariuszy (Rys. 94). Obniżenie stężeń dopływających do zbiornika powoduje obniżenie ich również na odpływie. Różnica ta jest szczególnie wyraźna w okresach, gdy stężenie biogenów i chlorofilu są w zbiorniku najwyższe (okres lata i jesieni). W celu oceny, jak bardzo obniżenie stężeń na dopływie wpływa na stężenia na odpływie obliczono redukcję minimalnego, średniego i maksymalnego stężenia chlorofilu, azotu i fosforu na odpływie w scenariuszu 0 (scenariusz bazowy) i w scenariuszach 1 oraz 2 (redukcja stężeń na dopływie odpowiednio o 10% i 20%) (Tabela 26). Wyniki symulacji wskazują, że w przypadku azotu całkowitego, redukcja stężeń na dopływie jest niemal równa redukcji stężeń na odpływie. Podobnie wygląda wpływ redukcji stężenia fosforu, z tą jednak różnicą, że minimalne stężenie na odpływie spada nie o 10% i 20% jak w dopływie, ale odpowiednio o 6,1% i 16,1% w scenariuszu 1 i 2. W przypadku chlorofilu alfa, redukcja minimalnego stężenia chlorofilu na odpływie jest zgodna z tym na dopływie do zbiornika, a redukcja stężeń średnich na odpływie jest bardzo zbliżona (o około 2% niższa) do redukcji dokonanych na dopływach. Nie jest to regułą dla stężeń maksymalnych chlorofilu na odpływie. Redukcja dopływu chlorofilu o 10% zgodna jest z redukcją na odpływie, jednak już redukcja chlorofilu na dopływie o 20% nie powoduje podobnego spadku maksymalnego stężenia na odpływie ze zbiornika. Wnioskować więc można, że pomimo mniejszego o 20% dopływu chlorofilu oraz składników pokarmowych, to w zbiorniku następować będzie okresowo znaczny przyrost biomasy fitoplanktonu, powodując podwyższone stężenia chlorofilu na odpływie. Stężenia te będą jednak o około 13% niższe niż przed redukcją dopływu zanieczyszczeń. Wyniki te wskazują również, że dalsza redukcja dopływu biogenów i chlorofilu może powodować podobną redukcję stężeń na odpływie, ale niższą w przypadku epizodycznych stężeń chlorofilu alfa.



Rys. 94. Stężenie chlorofilu, azotu i fosforu na odpływie ze zbiornika dla scenariusza bazowego (scenariusz 0), dla redukcji zanieczyszczeń o 10% (scenariusz 1) oraz dla redukcji dopływu zanieczyszczeń o 20% (scenariusz 2)

Tabela 26. Średnie, minimalne i maksymalne stężenia chlorofilu, azotu i fosforu na odpływie ze zbiornika oraz redukcja tych stężeń w odniesieniu do scenariusza bazowego

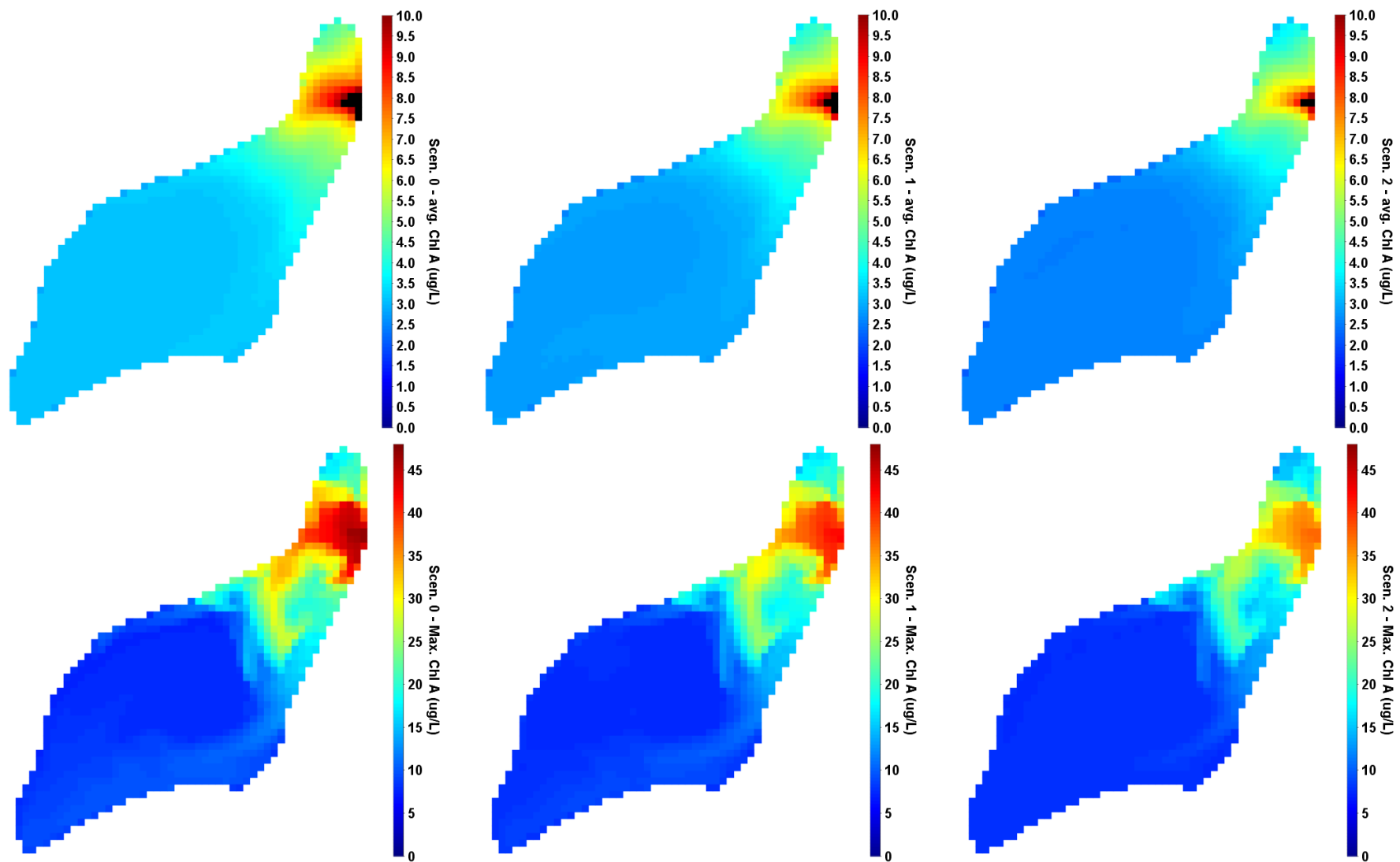
	Scenariusz 0	Scenariusz 1	Scenariusz 2	Scenariusz 1	Scenariusz 2
	Stężenia [µg/l dla Chl A, mg/l dla N i P]			% zmiany w stosunku do Scenariusza 0	
Chl A					
Minimum	0.68	0.61	0.54	-10.07	-20.05
Maksimum	9.28	8.28	8.04	-10.77	-13.42
Średnia	3.13	2.88	2.58	-8.10	-17.54
N					
Minimum	0.26	0.23	0.20	-9.96	-19.96
Maksimum	1.52	1.37	1.22	-9.99	-19.98
Średnia	0.63	0.57	0.51	-9.75	-19.50
P					
Minimum	0.033	0.031	0.028	-6.10	-16.14
Maksimum	0.123	0.110	0.098	-10.00	-20.01
Średnia	0.073	0.066	0.059	-9.74	-19.49

Ocenę efektu redukcji zanieczyszczeń w dopływach wykonano również dla całego zbiornika. Wykonana w tym celu została ocena maksymalnych rocznych stężeń chlorofilu, azotu i fosforu w zbiorniku oraz rozkład przestrzenny stężeń średnich i maksymalnych w zbiorniku.

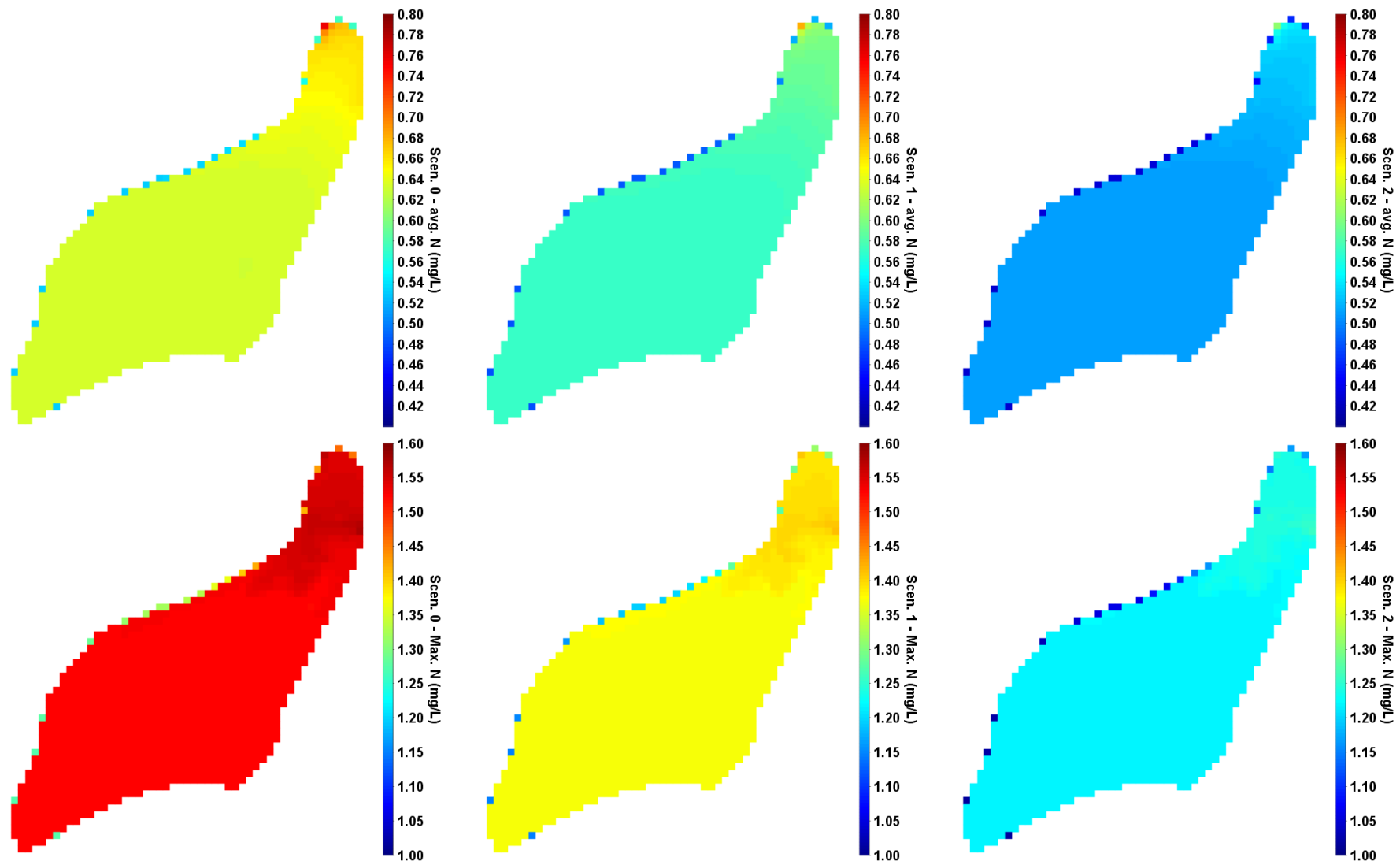
W przypadku chlorofilu najwyższe stężenia zaobserwować można w północno-wschodniej części zbiornika, w pobliżu dopływu Jaworznika. Stężenia te przekraczają kilkakrotnie średnie wartości w zbiorniku zarówno w okresach maksymalnych dopływów do zbiornika, jak i w okresach pozostałych (Rys. 95). Redukcja maksymalnych stężeń chlorofilu, jakie można spotkać w zbiorniku odpowiada dokładnie redukcji dokonywanej na dopływach (Tabela 27). Potwierdza to fakt, że dopływy są tutaj dominującym czynnikiem wpływającym na jakość wód. Podobny efekt przynosi redukcja stężenia azotu i fosforu na dopływach. Stężenia maksymalnych rocznych stężeń tych pierwiastków w zbiorniku odpowiada redukcji zanieczyszczeń na dopływach (Tabela 27). W odróżnieniu do rozkładu przestrzennego chlorofilu, w przypadku biogenów średnie roczne i maksymalne roczne stężenia są zbliżone w całym zbiorniku z niewielką różnicą w północno-wschodniej części, gdzie stężenia są nieco wyższe (ale o kilka procent, a nie kilkakrotnie jak w przypadku chlorofilu) (Rys. 96, Rys. 97). Wyjątkiem jest tutaj stężenie maksymalne fosforu, które w północno-wschodniej części zbiornika jest niższe od jego pozostałej części (Rys. 97). Jest to najprawdopodobniej konsekwencją tego, że w okresach zwiększonego stężenia planktonu, fosfor w tej części zbiornika zużywany jest jako źródło pokarmu.

Tabela 27. Maksymalne, roczne stężenia chlorofilu, azotu i fosforu w zbiorniku oraz redukcja tych stężeń w odniesieniu do scenariusza bazowego

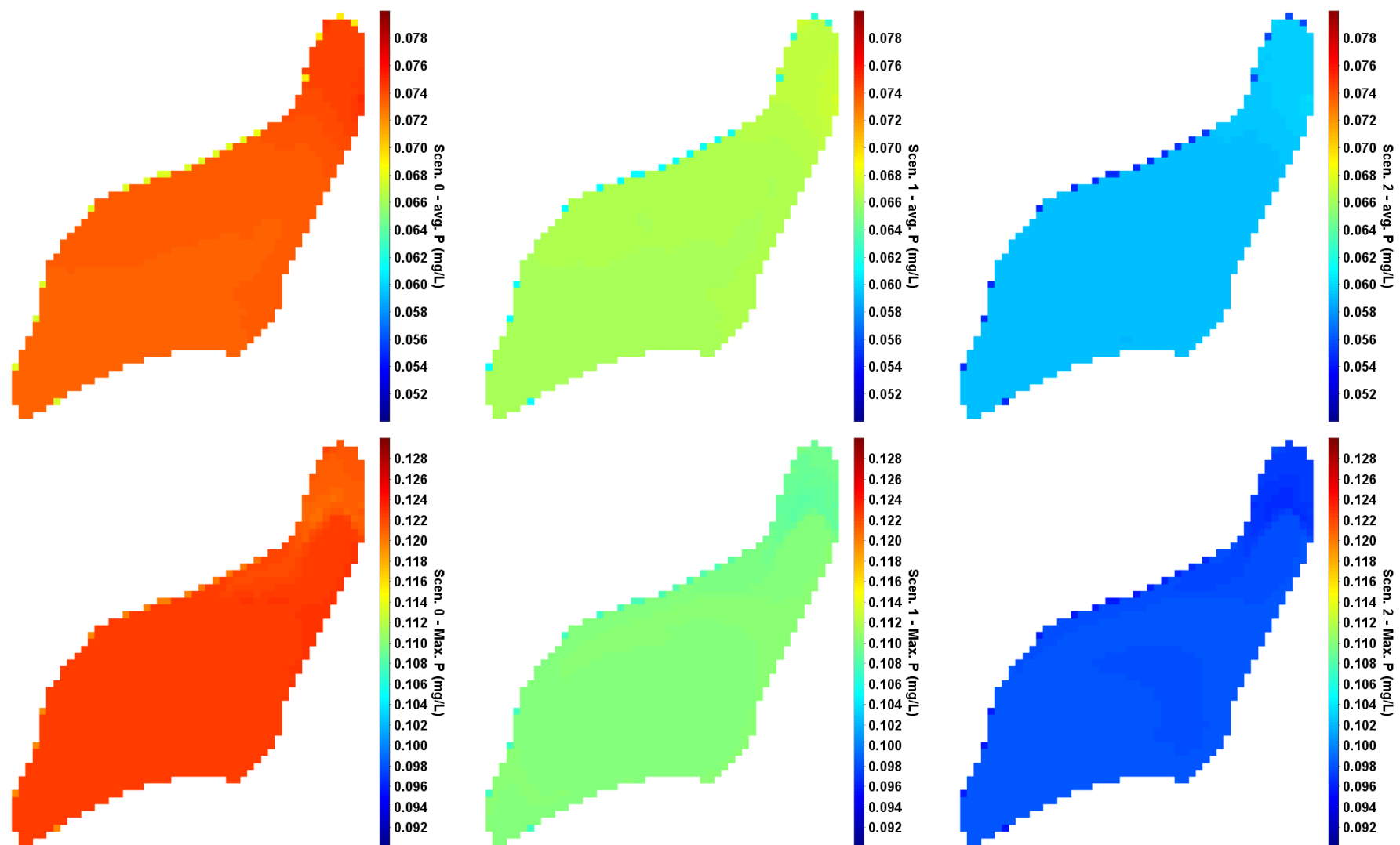
	Scenariusz 0	Scenariusz 1	Scenariusz 2	Scenariusz 1	Scenariusz 2
	Stężenia ($\mu\text{g/l}$ dla Chl A, mg/l dla N i P)			% zmiany w stosunku do scenariusza 0	
Chl A	47.03	42.32	37.62	-10.00	-20.00
N	1.57	1.42	1.26	-10.00	-20.00
P	0.123	0.111	0.098	-10.00	-20.01



Rys. 95. Średnie i maksymalne stężenie chlorofilu w rocznej symulacji dla scenariusza bazowego (scen. 0) i dla redukcji zanieczyszczeń o 10% (scen. 1) oraz o 20% (scen. 2)



Rys. 96. Średnie i maksymalne stężenie azotu w rocznej symulacji dla scenariusza bazowego (scen. 0) i dla redukcji zanieczyszczeń o 10% (scen. 1) oraz o 20% (scen. 2)



Rys. 97. Średnie i maksymalne stężenie fosforu w rocznej symulacji dla scenariusza bazowego (scen. 0) i dla redukcji zanieczyszczeń o 10% (scen. 1) oraz o 20% (scen. 2)

5.4.4 Wpływ obniżenia poziomu piętrzenia na stężenie biogenów i chlorofilu w zbiorniku

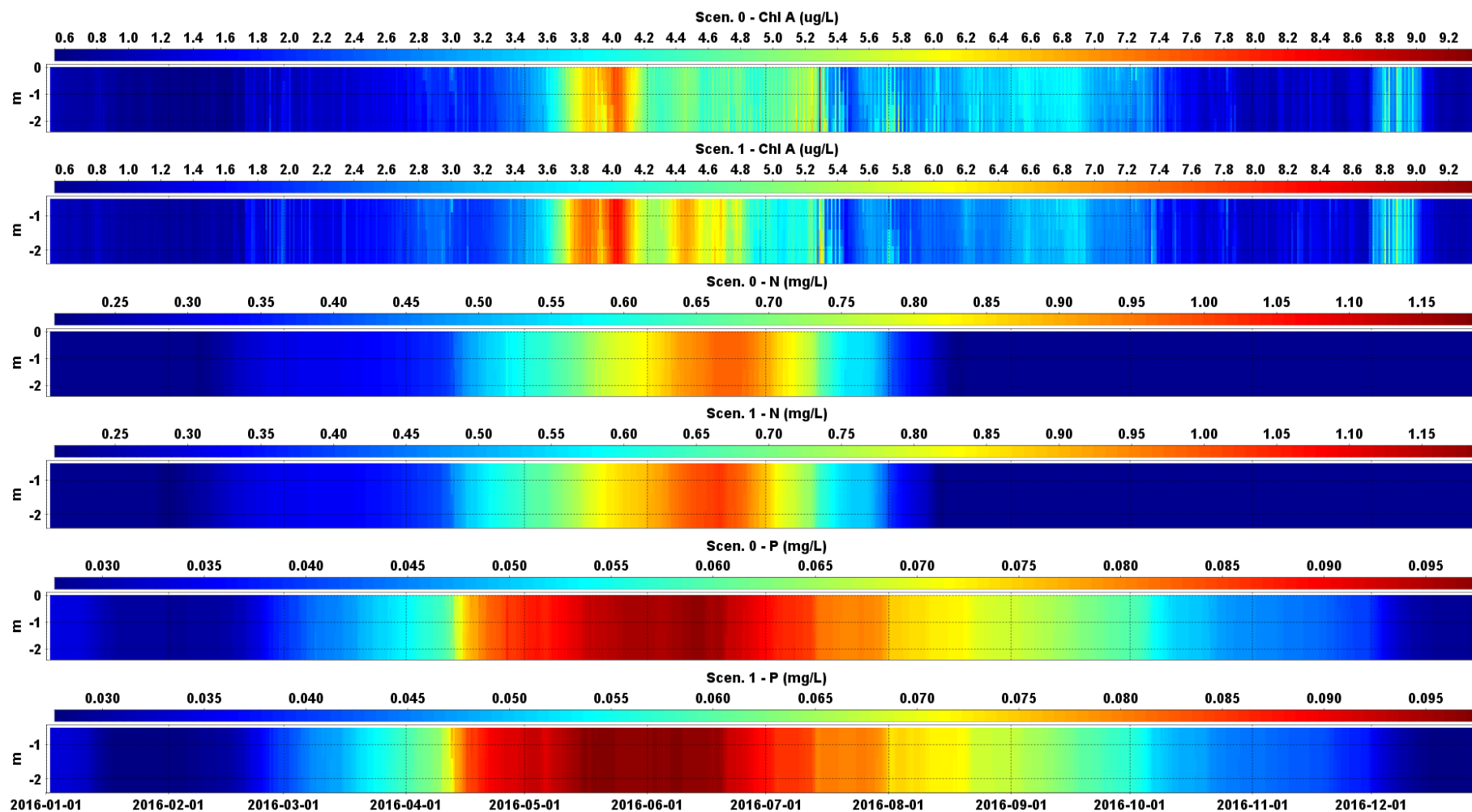
Celem wykonania analizy była ocena zmian jakości wód zbiornika Rogoźnik I w przypadku obniżenia poziomu piętrzenia w zbiorniku. Obniżenie to może być wskazane np. w celu usunięcia z dna zbiornika zalegających tam odpadów.

Ocena wpływu obniżenia poziomu wody w zbiorniku na stężenie biogenów i fitoplanktonu została wykonana w oparciu o dwa scenariusze:

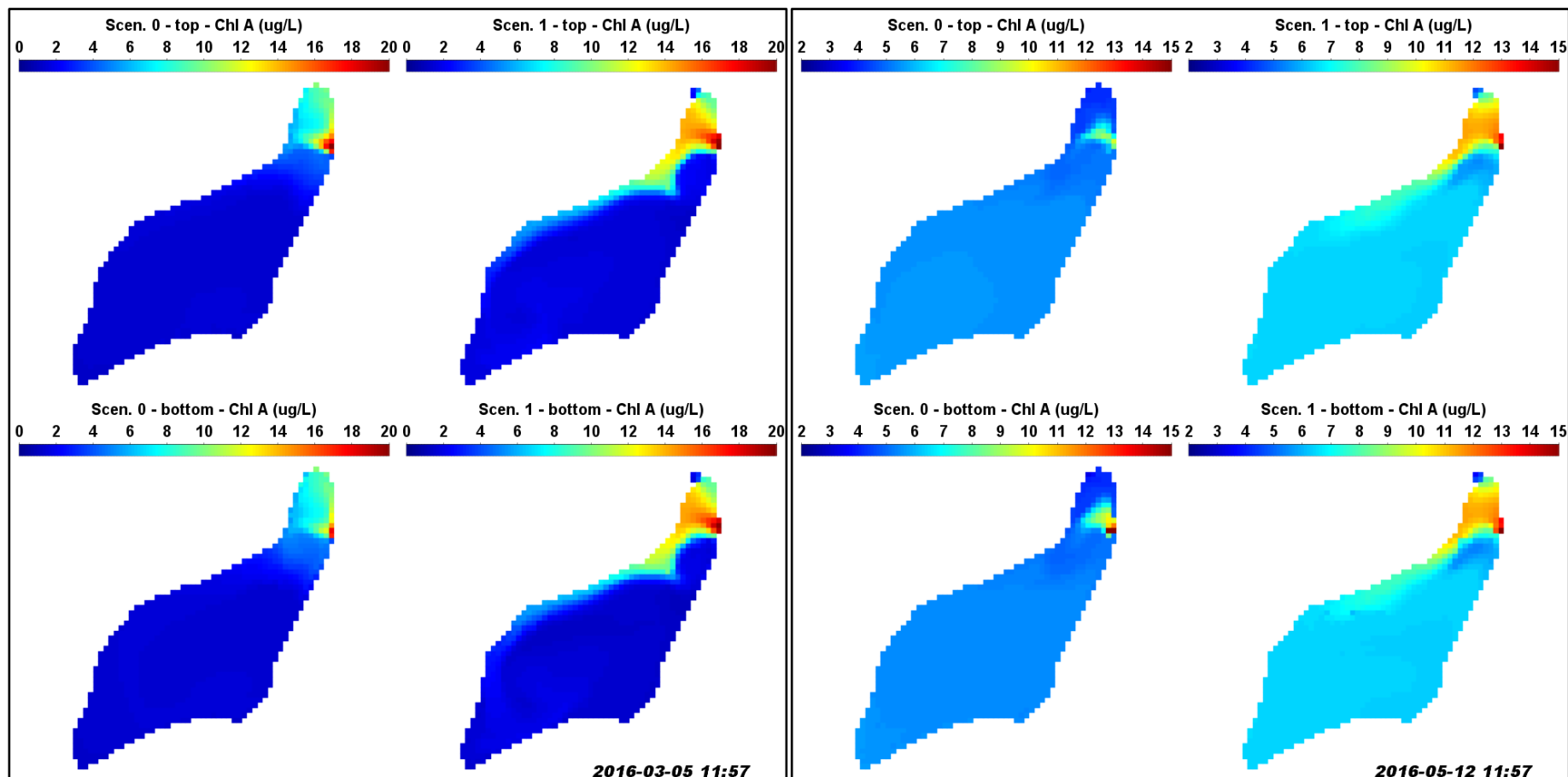
- Scenariusz 0: uwzględniający stały poziom piętrzenia równy 286,5 m n.p.m. (normalny poziom piętrzenia – NPP);
- Scenariusz 1: uwzględniający stały poziom piętrzenia równy 286,0 m n.p.m. (minimalny poziom piętrzenia – MinPP).

Wszystkie pozostałe dane wejściowe do modelu były takie same dla obu scenariuszy. Symulacja obejmowała jeden rok kalendarzowy oparty o dane meteorologiczne z roku 2016, a także dopływ „rzeczywisty”, oszacowany zgodnie z opisem w rozdziale „5.2.1.1.3. Jakość dopływu”.

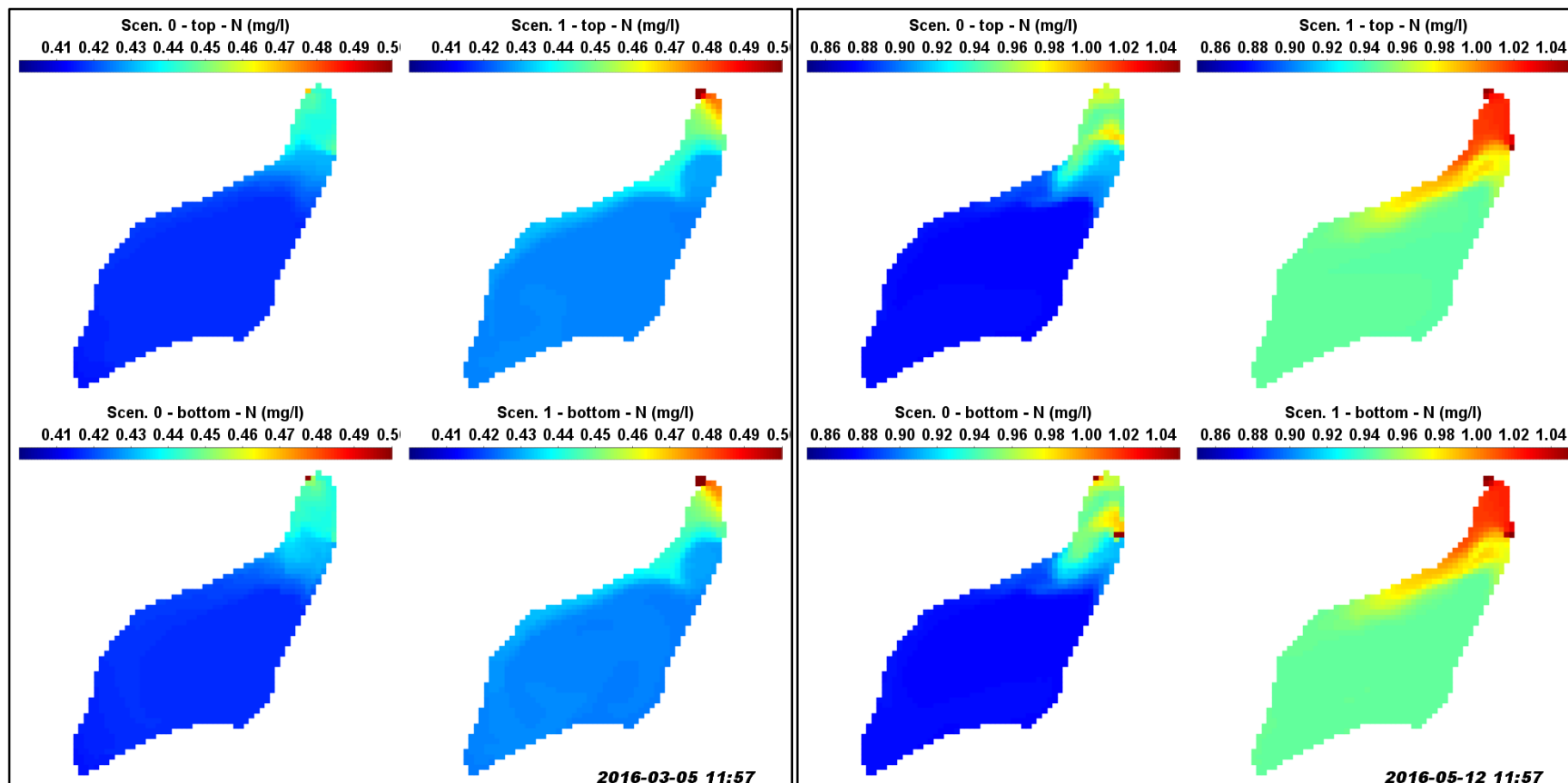
Przeprowadzone symulacje wskazały, że zarówno w przypadku chlorofilu alfa (służącego do oceny biomasy fitoplanktonu), jak i w przypadku biogenów (azot i fosfor) stężenia w zbiorniku będą wyższe po obniżeniu poziomu piętrzenia wody. Na rysunku poniżej przedstawiono roczne zmiany stężenia chlorofilu i biogenów w pionowej kolumnie wody, w najgłębszej części zbiornika (Rys. 98). W przeważającej części roku (szczególnie wiosną i wczesnym latem) niższy poziom piętrzenia skutkuje podwyższonymi stężeniami chlorofilu i biogenów. Jest to efektem mniejszego rozcieńczenia dopływających zanieczyszczeń i w przypadku chlorofilu, również efektem większej dostępności pokarmu, wyższej temperatury wody (woda płytszego zbiornika szybciej się nagrzewa) oraz większej dostępności światła (w płytszym zbiorniku natężenie promieniowania słonecznego przy dnie jest większe). Oczywiście wzrost stężeń nie jest charakterystyczny dla całego roku i zdarzają się okresy, w których stężenia analizowanych wskaźników były mniejsze przy niższym poziomie piętrzenia. Te zjawiska występowały jednak stosunkowo rzadko. Kolejne rysunki (Rys. 99, Rys. 100, Rys. 101) przedstawiają dwa okresy, w których obserwować można wyraźny wzrost stężenia chlorofilu i biogenów w drugim z analizowanych scenariuszy. Wzrost ten jest szczególnie istotny w przypadku chlorofilu i północno wschodniej części zbiornika, gdzie zaobserwować można nawet kilkakrotnie wyższe stężenia (Rys. 99). Wzrost stężenia biogenów jest bardziej wyrównany przestrzennie, ale jest on stosunkowo niewielki i rzadko przekracza 10% stężenia charakterystycznego na normalnego poziomu piętrzenia (Rys. 100, Rys. 101).



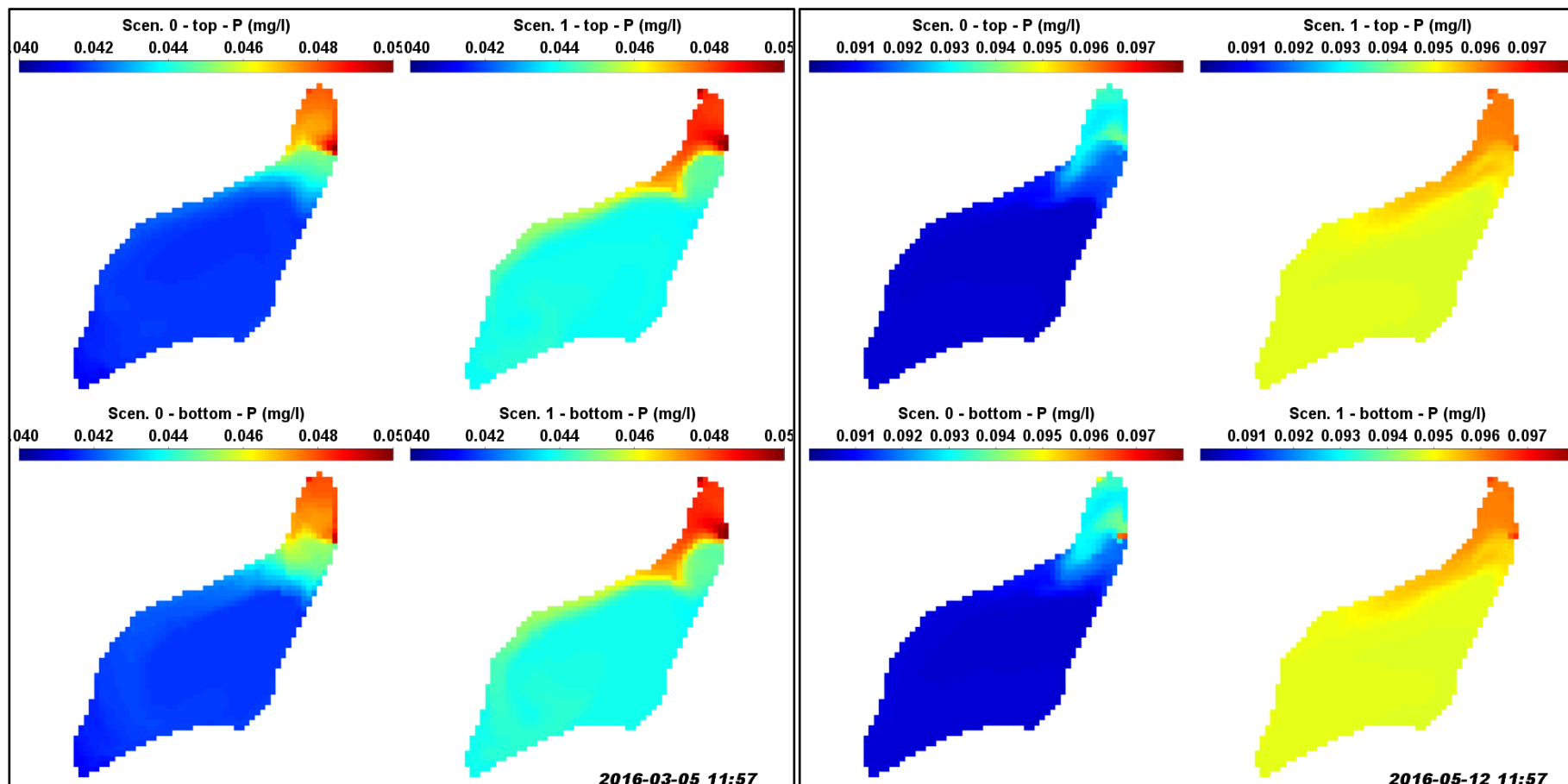
Rys. 98. Zmiany w czasie stężenia chlorofilu , azotu i fosforu w pionowej kolumnie wody, w najbliższej części zbiornika



Rys. 99. Stężenie chlorofilu alfa przy powierzchni (top) i przy dnie (bottom) dla warunków z 05.03.2016 r. oraz 12.05.2016 r.

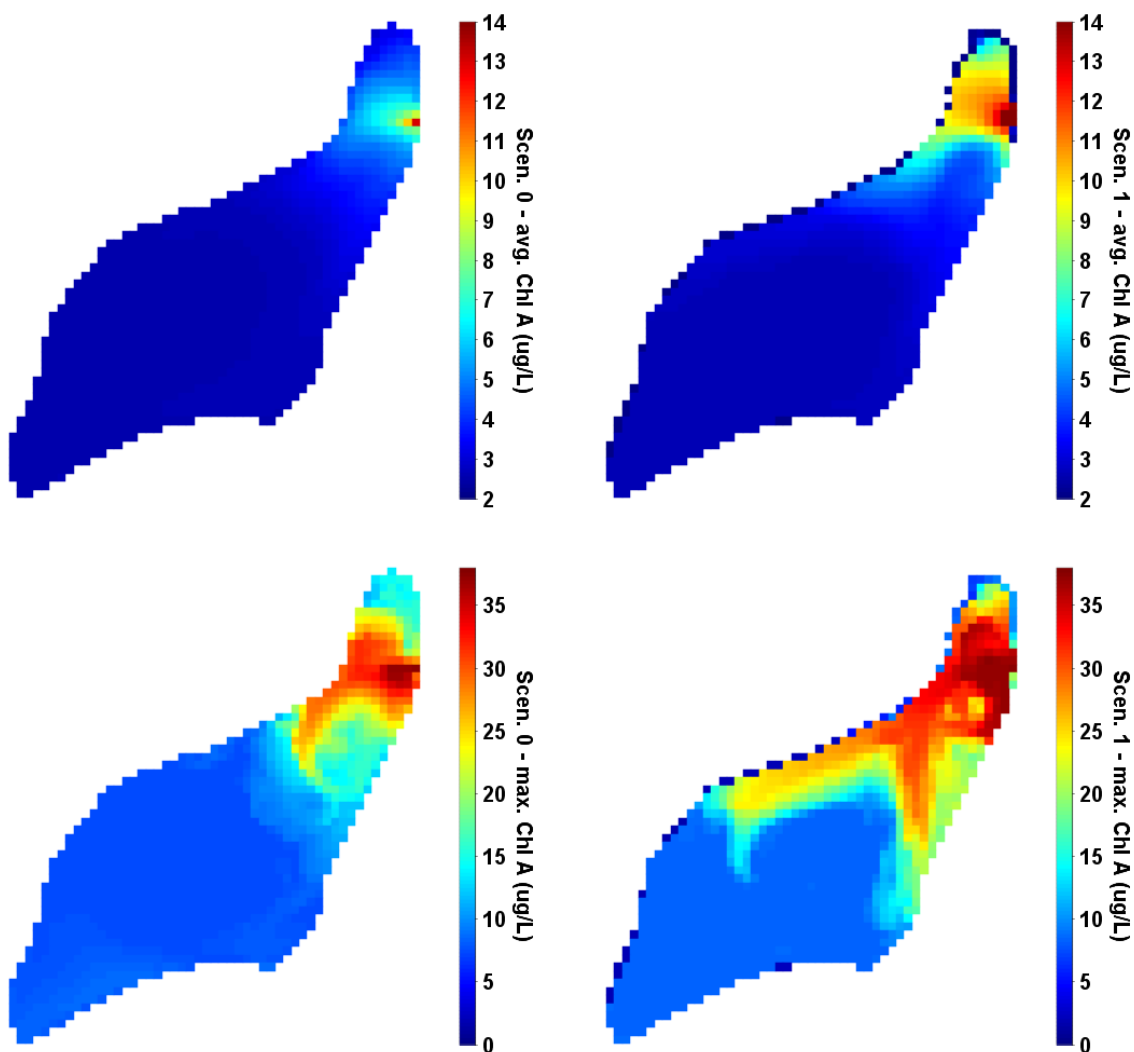


Rys. 100. Stężenie azotu przy powierzchni (top) i przy dnie (bottom) dla warunków z 05.03.2016 r. oraz 12.05.2016 r.

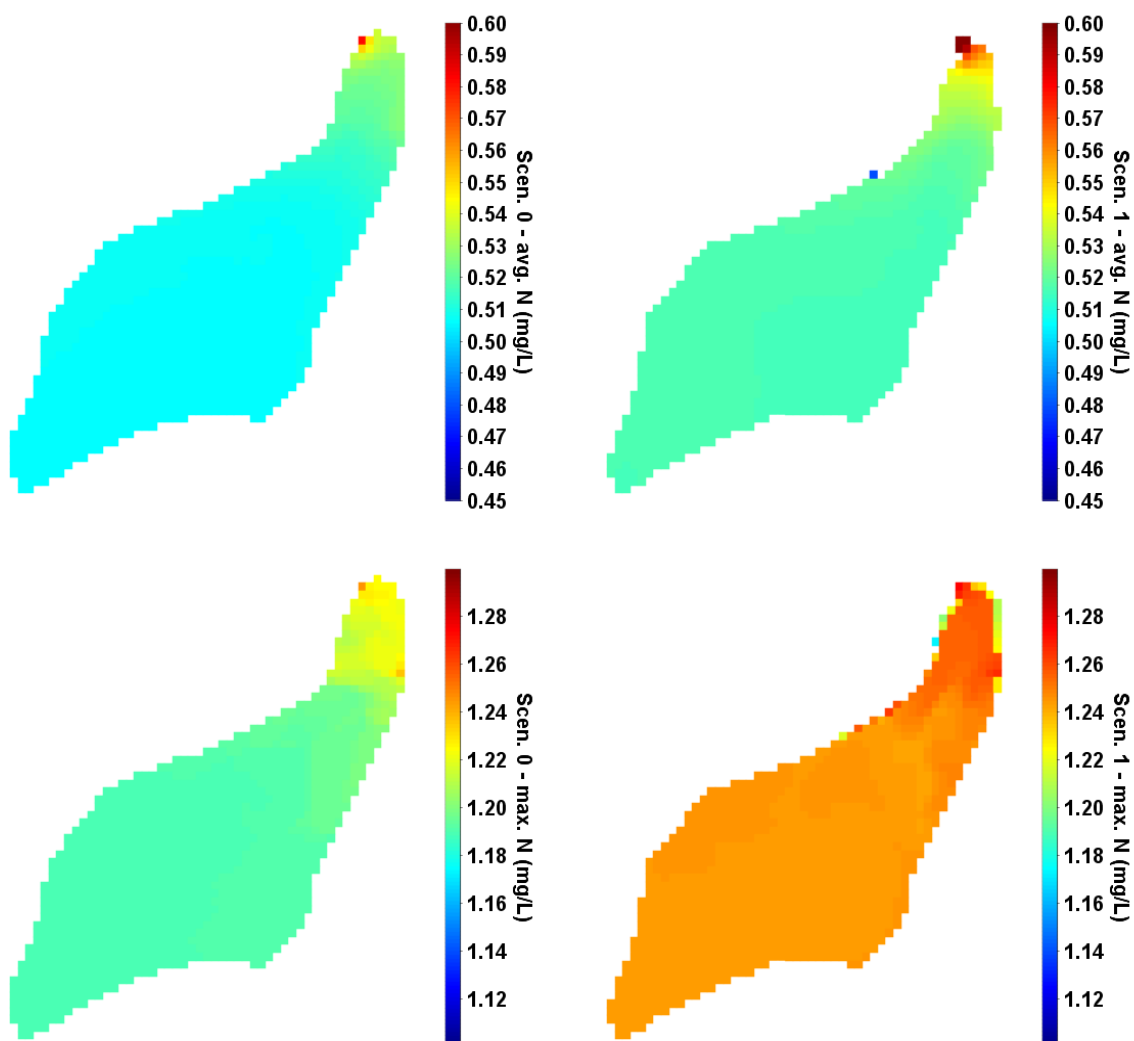


Rys. 101. Stężenie fosforu przy powierzchni (top) i przy dnie (bottom) dla warunków z 05.03.2016 r. oraz 12.05.2016 r.

Potwierdzeniem kierunku zmian, jakie prognozowane są dla zbiornika w sytuacji obniżenia poziomu piętrzenia potwierdzają wartości stężeń, charakteryzujące cały, roczny okres symulacji. Średnie roczne stężenia chlorofilu i biogenów wzrosną w zbiorniku i ponownie wzrost ten będzie największy dla chlorofilu i dla północno-wschodniej części zbiornika (Rys. 102 oraz Rys. 103). Co ważniejsze, maksymalne stężenia chlorofilu i biogenów wzrastają również po obniżeniu poziomu piętrzenia i wzrost ten jest większy niż w przypadku średnich rocznych.



Rys. 102. Stężenie chlorofilu alfa w zbiorniku: góra – wartości średnie roczne, dół – wartości maksymalne roczne



Rys. 103. Stężenie azotu w zbiorniku: góra – wartości średnie roczne, dół – wartości maksymalne roczne

5.4.5 Podsumowanie

W podsumowaniu przedstawiono najważniejsze wyniki i wnioski będące efektem zastosowania numerycznego modelu zbiornika Rogoźnik I.

- Dominujące kierunki przepływu wody w zbiorniku są wywołane energią wiatru. Największa prędkość przepływu występuje w środkowej części zbiornika wzdłuż północno-zachodniego i południowo-wschodniego brzegu. Kierunek przepływu wody w tej części zbiornika jest odwrotny do kierunku ruchu wskazówek zegara. Jedynie w okresach intensywnego dopływu wód powierzchniowych i małej prędkości wiatru prędkość przepływu może być większa w strefie poniżej ujścia Jaworzniaka do zbiornika.
- Czas przebywania w zbiorniku wody odpływającej rzeką Jaworzniak waha się od 3 do 29 dni przy zmiennym w czasie dopływie wód powierzchniowych, ze średnią równą 15 dni. Różnica czasu zatrzymania wody przy dnie i przy powierzchni wynosić może do 3 dni w okresach intensywnego dopływu wód powierzchniowych oraz do 10 dni w okresach bezdeszczowych.
- Ładunek biogenów i chlorofilu dopływającego do zbiornika Jaworzniakiem ma decydujący wpływ na jakość wody w zbiorniku. Obniżenie stężeń dopływających do zbiornika powoduje obniżenie

ich również na odpływie, szczególnie w okresach, gdy stężenie biogenów i chlorofilu są w zbiorniku najwyższe (okres lata i jesieni). W przypadku biogenów redukcja stężeń na odpływie oraz w całym zbiorniku jest niemal równa redukcji dokonanej na dopływie do zbiornika. W przypadku chlorofilu redukcja stężeń na odpływie jest niższa, ale nadal bardzo istotna.

W przypadku chlorofilu najwyższe stężenia zaobserwować można w północno-wschodniej części zbiornika, w pobliżu dopływu Jaworzniaka. Stężenia te przekraczają kilkakrotnie średnie wartości w zbiorniku. Redukcja maksymalnych stężeń chlorofilu, jakie można spotkać w zbiorniku odpowiada dokładnie redukcji dokonywanej na dopływach – podobnie jest w przypadku stężenia biogenów.

- Obniżenie poziomu piętrzenia zbiornika o 0,5 m (z poziomu normalnego do minimalnego) powoduje podwyższenie stężeń chlorofilu i biogenów w dominującej części roku, a szczególnie wiosną i latem. Wzrost ten jest szczególnie istotny w przypadku chlorofilu i północno-wschodniej części zbiornika, gdzie zaobserwować można nawet kilkakrotnie wyższe stężenia. Wzrost stężenia biogenów jest bardziej wyrównany przestrzennie i jest on stosunkowo niewielki – rzadko przekracza 10% stężenia charakterystycznego na normalnego poziomu piętrzenia.
- Wypełnienie zbiornika od minimalnego do normalnego poziomu piętrzenia nastąpi po 12 dniach w przypadku, gdy dopływ do zbiornika jest zmienny w czasie, zależny od opadu atmosferycznego. W przypadku ciągłego dopływu minimalnego, charakterystycznego dla okresów bezdeszczowych osiągnięcie tego poziomu wymaga 37 dni. W przypadku, gdyby zbiornik napełniany był od poziomu o 0,5 m niższego niż minimalny, to szacowany czas napełniania wynosi 32 oraz 63 dni odpowiednio dla zmiennego dopływu oraz dla dopływu w okresie bezdeszczowym.

W warunkach rzeczywistych, w przypadku planowanego obniżenia poziomu piętrzenia, a następnie ponownego napełniania zbiornika, czas napełniania może zostać skrócony poprzez odpowiednie wykorzystanie możliwości retencyjnych zbiornika Rogoźnik II.

6. Analiza przyczynowo-skutkowa (D-P-S-I-R) stanu zbiornika Rogoźnik I

Zbiorniki wodne w dolinie Jaworznika stanowią unikatowy obecnie kompleks zbiorników paciorkowych. Zarządzanie gospodarką wodą i środowiskiem takich zbiorników ze względu na silne powiązania pomiędzy nimi wymaga wspólnego systemu zarządzania. Planowanie na takich kompleksach działań mających na celu poprawę jakości ich wód wymaga kompleksowego podejścia do zarządzania środowiskiem wodnym z uwzględnieniem działalności prowadzonej zarówno na obszarze zbiorników jak i ich zlewni. Głównym celem takich działań jest znalezienie przyczyn sprawczych zmian środowiskowych, generowanych przez nie presji i ich wpływu na stan środowiska. Które pozwalają wyeliminować/ograniczyć negatywne skutki poprzez eliminowanie/ograniczenie przyczyn sprawczych i presji, rekultywację środowiska. Nadrzędnym celem takich działań jest uzyskanie dobrego stanu analizowanych wód.

Taką metodą jest zalecana m.in. przez Europejską Agencję Ochrony Środowiska, metoda analizy przyczynowo-skutkowej D-P-S-I-R, która w kompleksowy sposób podchodzi do oceny przyczyn presji, analizuje ich skutki środowiskowe i pozwala zaproponować działania naprawcze (Guidance Document No 3. Analysis of Pressures and Impacts. Produced by Working Group 2.1 – IMPRESS. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive /2000/60/EC/, European Communities, 2003) – Rys. 1.

Analiza DPSIR składa się z pięciu elementów: *Driver – Pressure – State – Impact – Response*. Oznaczają one:

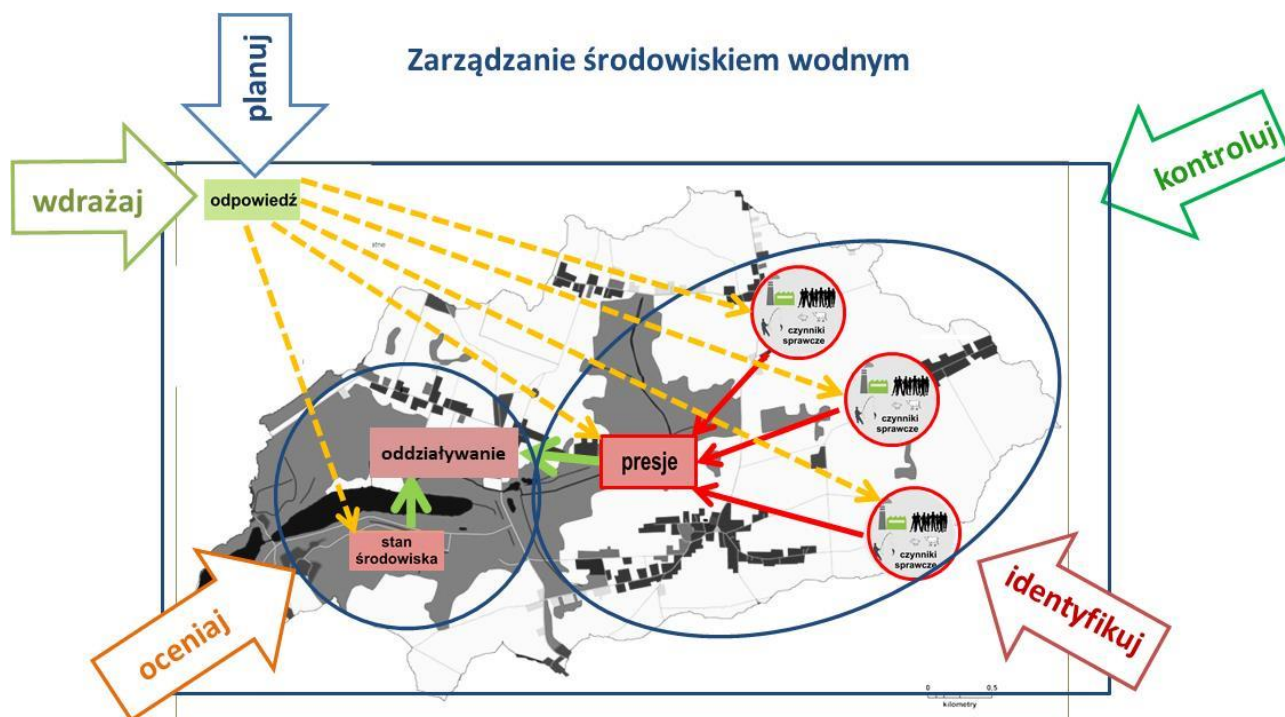
Driver – czynniki sprawcze zmian środowiskowych (*Driving forces of environmental change*) – warunki społeczno-gospodarcze, demograficzne, meteorologiczne, hydrologiczne;

Pressure – presje na środowisko (*Pressures on the environment*) – generowane przez działania prowadzone w zlewni obciążenia środowiskowe, np. emisje zanieczyszczeń;

State – stan środowiska (*State of the environment*);

Impact – efekt oddziaływania presji na środowisko i gospodarkę z uwzględnieniem stanu środowiska (*Impacts on population, economy, ecosystems*) – efekt ekologiczny i ekonomiczny działalności w zlewni i na zbiorniku;

Response – reakcja społeczeństwa na obserwowane zjawiska (*Response of the society*) – działania będące reakcją na obserwowane zjawiska, pozwalające na utrzymanie/poprawienie stanu środowiska i w ostateczności wprowadzenie odpowiednich kompensacji środowiskowych w badanym akwenu.



Rys. 104. Schemat analizy D-P-S-I-R z proponowanym systemem powiązań w system zarządzania środowiskiem

Zgodnie z modelem D-P-S-I-R zjawiska społeczne i gospodarcze (D) prowadzą do wywierania presji (P) na środowisko zlewni i czego konsekwencją jest zmiana stanu środowiska (S) zbiornika Rogoźnik I.

W modelu D-P-S-I-R niewystarczające są diagnoza i opis stanu środowiska zbiornika Rogoźnik I. Konieczna jest analiza przyczyn tego stanu oraz odpowiedź jak środowisko zlewni wpływa na stan zbiornika, a tym samym na zdrowie i bezpieczeństwo korzystających z jego usług ludzi, na ekosystemy zbiornika oraz na wartość świadczonych przez niego usług ekosystemowych.

6.1 Czynniki sprawcze zmian środowiskowych i ich analiza

Przeprowadzone analizy wykazały, że czynniki sprawcze wpływające na stan wód zbiorników Rogoźnik I i Rogoźnik II oraz ekosystemów, które są z tymi wodami związane są:

- nieuporządkowany status prawny budowli hydrotechnicznych i urządzeń wodnych oraz innej infrastruktury budowlanej,
- turystyka i rekreacja,
- urbanizacja zlewni,
- rolnictwo na obszarze zlewni,
- gospodarka rybacka/wędkarska.

Czynniki sprawcze uszeregowano zgodnie z istotnością ich wpływu na funkcjonowanie kompleksu zbiorników Rogoźnik. Wyniki analizy przyczynowo-skutkowej D-P-S-I-R dla zbiornika Rogoźnik I zestawiono w Tabela 28.

Nieuporządkowany status prawny budowli hydrotechnicznych i urządzeń wodnych oraz innej infrastruktury budowlanej

Zbiorniki wodne Rogoźnik I oraz II na potoku Jaworzniak powstały w dawnym wyrobisku po kopalni piasku podsadzowego, w wyniku spiętrzenia wód potoku Jaworzniak w latach 1960–1976, jako zbiorniki retencyjne o funkcji rekreacyjnej. Według wiedzy autorów nie zachowały się żadne dokumentacje techniczne z budowy obiektów piętrzących. W późniejszym okresie zbiorniki wykorzystane były przez

Kombinat Metalurgiczny Huta Katowice P.P. jako ośrodek rekreacyjny. Na początku eksploatacji nie posiadały instrukcji gospodarowania wodą ani pozwolenia wodnoprawnego na piętrzenie i retencjonowanie wód. Obecnie zbiorniki wodne i jazy znajdują się na gruntach Skarbu Państwa, we władaniu Starosty Będzińskiego, natomiast urządzenia piętrzące – jaz nr 2 piętrzący wodę w zbiorniku dolnym oraz jaz nr 3 piętrzący wodę w zbiorniku górnym – są własnością osób fizycznych.

Stwierdzono:

1. brak dostępu do dokumentów archiwalnych (projekt budowlany, wykonawczy i powykonawczy) budowli systemu zbiorników Rogoźnik,
2. brak pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód dla zbiorników Rogoźnik,
3. stan zagrażający bezpiecznemu użytkowaniu budowli,
4. uszkodzona infrastruktura budowlana na wschodnim brzegu Rogoźnik I.

Konsekwencją tych braków jest zły stan techniczny urządzeń wodnych, brak możliwości opracowania ocen stanu technicznego, brak możliwości legalnego i bezpiecznego użytkowania wód, wzrost zagrożenia powodziowego, obniżenie walorów estetycznych terenów wokół zbiornika. W przypadku ruin budowli zaobserwowano ślady nielegalnego użytkowania obiektów (potłuczone butelki ślady ognisk, graffiti na murach) co ze względu na stan budowli może stanowić zagrożenie dla życia ludzi.

Dla rozwiązania tych problemów konieczne jest powierzenie obowiązków utrzymania wód i urządzeń wodnych zespołowi, który zajmie się uporządkowaniem problemów prawnych i zarządzaniem gospodarką wodną na zbiornikach zbudowanych na potoku Jaworznik. Dobrym rozwiązaniem może być gminna Spółka Wodna. Do jej obowiązków należałoby m.in. uporządkowanie praw własności do urządzeń piętrzących, zlecenia sporządzenia ocen stanu technicznego budowli. Po ustaleniu Zarządcy, a zarazem Użytkownika Wód inwentaryzacja budowli i urządzeń wodnych oraz opracowanie Operatów Wodnoprawnych wraz z niezbędnymi instrukcjami gospodarowania wodą. To pozwoli na przeprowadzenie niezbędnego remontu budowli piętrzących.

Ważne jest również uporządkowanie pozostałej infrastruktury budowlanej. Szczególnie wyburzenie lub naprawa zniszczonej infrastruktury po starej kawiarni, zabezpieczenie i naprawa lub likwidacja schodów, uszkodzonych studzienek i innej infrastruktury na wschodnim brzegu zbiornika Rogoźnik I. Ważne jest również uporządkowanie terenu – usunięcie pozostawionych śmieci.

Turystyka i rekreacja

Istotny wpływ na jakość wody w obu zbiornikach (a szczególnie zbiorniku Rogoźnik I) ma szeroko rozumiana presja turystyczna. Fragmentaryczną, lecz znamioną ilustracją tego zjawiska mogą być zaprezentowane na Rys. 105 zdjęcia satelitarne, przedstawiające intensywne wykorzystanie plaż zbiornika Rogoźnik I oraz Rogoźnik II 30 lipca 2017 r.

Jednym z podstawowych wymagań wobec zbiornika wodnego, którego główne funkcje stanowią turystyka, rekreacja i wypoczynek jest odpowiednie wyposażenie sanitarno-techniczne strefy przybrzeżnej. Niestety wokół zbiornika Rogoźnik I brak odpowiedniej infrastruktury turystycznej (parkingi, pola namiotowe, stanowiska wędkarskie), sanitarnej (sanitariaty, natryski) oraz technicznej umożliwiającej zbiórkę odpadów komunalnych (kosze na śmieci, pojemniki na odpady).

Głównymi problemami analizowanego obszaru są: intensyfikacja rekreacji wokół zbiornika (miejsca do kąpieli), intensywna eksploatacja wędkarska zbiorników, powiązany z tym rozwój działalności gastronomicznej i podmiotów świadczących usługi związane z rekreacją w sezonie letnim.

Zwiększa to prawdopodobieństwo pojawienia się bakterii E. coli i podwyższenia stężeń biogenów w miejscach do kąpieli. W trakcie wizji lokalnych zaobserwowano zanieczyszczenie stanowisk wędkarskich odpadami komunalnymi i fekaliami, składowanie odpadów komunalnych i budowlanych w okolicznych lasach. Przeprowadzone badania wskazują na dużą presję wędkarską. W odłowach

wykazano zaburzoną strukturę wiekową ryb. Skutkuje to jest brak naturalnych odnowień ryb w zbiornikach.

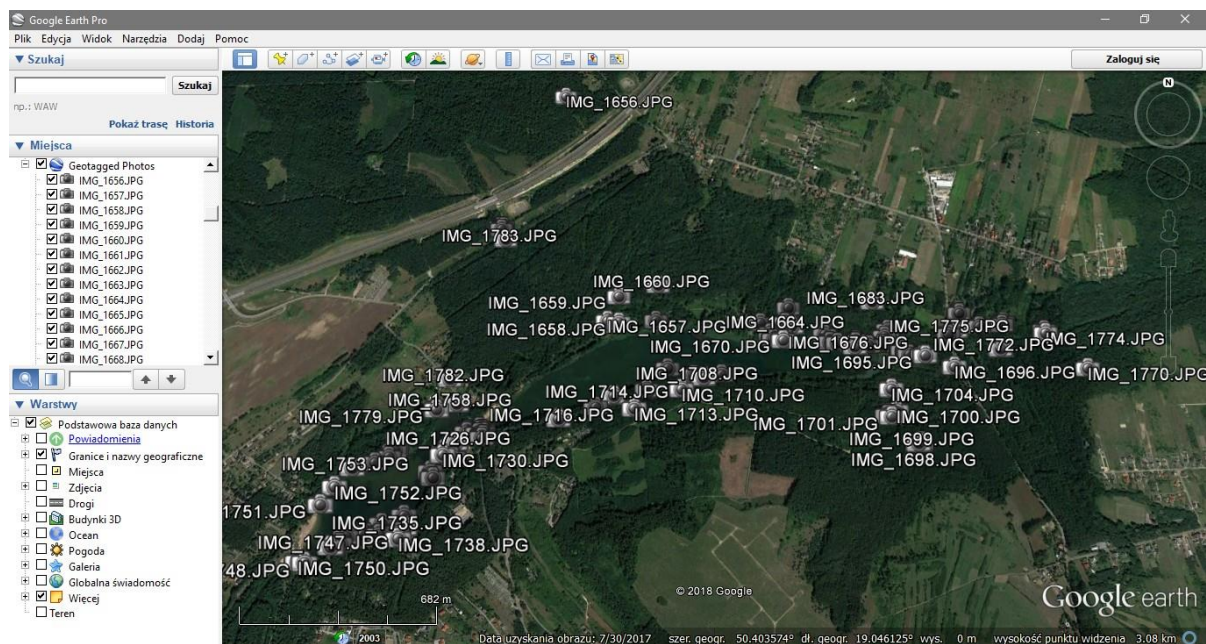
Na uwagę zasługuje też „dzikie biwakowanie” w strefie przybrzeżnej zbiornika Rogoźnik II. Pozostałości po dzikich biwakach w postaci śmieci i innych odpadów komunalnych w strefie przybrzeżnej i w lasach. Bezpośrednie zanieczyszczenie wód zbiornika detergentami i substancjami biogennymi, depozycja substancji ropopochodnych z układów paliwowych i układów smarowania pojazdów wpływa negatywnie na jakość wód Rogoźnik II, które dopływają wód do zbiornika Rogoźnik I. Symulacje prowadzone z użyciem modelu zbiornika Rogoźnik II potwierdziły znaczący wpływ tego dopływu na jakość wód zbiornika Rogoźnik I.

Taki negatywny efekt działalności turystycznej i rekreacyjnej jest skutkiem brak świadomości ekologicznej turystów. Stosunkowo niewielki ekosystem zbiornika Rogoźnik I może nie unieść wywieranej na niego presji.



Rys. 105. Presja turystyczna wynikająca z użytkowania plaż na zbiorniku Rogoźnik I i II
Źródło: Google Earth®.

Na zbiorniku Rogoźnik I obowiązuje zakaz: wynoszenia i wywożenia zanęt i przynęt; połowu ryb ze sprzętu pływackiego; budowy pomostów służących do połowu ryb; uprawiania sportów motorowodnych; rozbijania namiotów przy akwenu. Sposób przygotowania stanowisk wędkarskich ogranicza się jedynie do opisu stanowisk wędkarskich. Nie ma oddzielnego regulaminu dotyczącego akwenu Rogoźnik II. Członkowie PZW nie przestrzegają Regulaminu Amatorskiego Połowu Ryb PZW, a szczególnie zapisu §2 punkt 6 dotyczącego porządku na stanowiskach. Zgodnie z tym punktem „...wędkarz zobowiązany jest utrzymać w czystości stanowisko wędkarskie w promieniu minimum 5 metrów, bez względu na stan, jaki zastał przed rozpoczęciem połowu...”. Stanowiska są silnie zanieczyszczone odpadami bytowymi (plastik, szkło, papier) oraz związanymi z wędkowaniem (opakowaniami po zanętach). Po części wynika to z braku w strefie przybrzeżnej zbiornika pojemników do gromadzenia tych odpadów. Przygotowane na stanowiskach worki na odpady nie spełniają swojej roli, są niszczone przez zwierzęta, a śmieci rozproszone są wokół stanowisk. Dbałość o środowisko i dbałość o ryby w zbiorniku jest statutowym obowiązkiem stowarzyszenia jakim jest PZW. Stowarzyszenie takie musi mieć poczucie misji (opisanej jako cele stowarzyszenia), która jest działaniem na rzecz „innych” wśród których mogą być również członkowie stowarzyszenia, ale misja stowarzyszenia nie może być nakierowana wyłącznie na jego członków ale na wszystkich użytkowników środowiska (za: <http://www.tpriig.pl/wedkarstwo/4-wedkarstwo/98-po-co-si-stowarzysza>).



Rys. 106. Dokumentacja lokalizacji miejsc „dzikich wysypisk” i odpadów pozostawionych w obszarze zlewni bezpośredniej zbiorników Rogoźnik I i Rogoźnik II

Szczególnie ważną kwestią jest brak toalet (sanitariatów), czego skutkiem są odpady biologiczne powstające w czasie pobytu biwakowiczów nad zbiornikiem, co powoduje nagromadzenie dużej ilości biogenów na brzegach, które zasilają wody zbiornika. Potwierdzają to wyniki badań fizykochemicznych wód i podwyższona zawartość *Escherichia coli* w tych wodach.

Należy uregulować sposób postępowania z odpadami komunalnymi. Wymaga to porozumienia prawnej pomiędzy: Gminą Bobrowniki, Lasami Państwowymi i PZW. Obecnie prowadzenie gospodarki tymi odpadami jest trudne ze względu na strukturę własności gruntów (gmina, powiat, Lasy Państwowe). Regulacja taka powinna dotyczyć udziału w ponoszeniu kosztów przez poszczególnych właścicieli gruntów, można również rozważyć opłaty za korzystanie ze środowiska przez użytkowników: wędkarze, kąpiący, plażujący. Ważnym, wydaje się uaktywnienie straży rybackiej, straży leśnej i policji w kierunku

kontroli przestrzegania regulaminów przez turystów, możliwe jest również wprowadzenie systemów monitoringu.

Jednym z istotnych czynników, wpływających na stan sanitarny wody w zbiornikach Rogoźnik I i II oraz stan estetyczny ich najbliższego otoczenia, są zanieczyszczenia komunalne. Teren zbiorników oraz ich bezpośredniej zlewni podlega silnym presjom, związanym z ich turystycznymi i rekreacyjnymi funkcjami. Podobnie, jak w przypadku innych terenów charakteryzujących się wzmożonym ruchem turystycznym, ilość odpadów komunalnych produkowanych i gromadzonych na omawianym terenie ma charakter sezonowy i zmienia się w czasie w zależności od intensywności penetracji terenu przez turystów. Wzrost ilości wytwarzanych odpadów komunalnych przypada na okres najbardziej nasilonego ruchu turystycznego od maja do października, z maksimum przypadającym na miesiące wakacyjne – lipiec, sierpień (Rys. 105). W przypadku omawianego terenu istotne znaczenie mają też inne formy rekreacji, jak wędkarstwo, które realizowane jest przez ponad połowę roku.

Ilustracją presji związanej z odpadami w obszarze zlewni bezpośredniej zbiorników Rogoźnik I i Rogoźnik II jest dokumentacja lokalizacji miejsc „dzikich wysypisk” i pozostawionych odpadów (Rys. 105) zawarta w „Bazie lokalizacji punktów, które zostały zaśmiecone, zanieczyszczone lub stanowią dzikie wysypiska wraz ze zdjęciami (plik KMZ)” załączonej na nośniku cyfrowym – Załącznik cyfrowy nr 6.

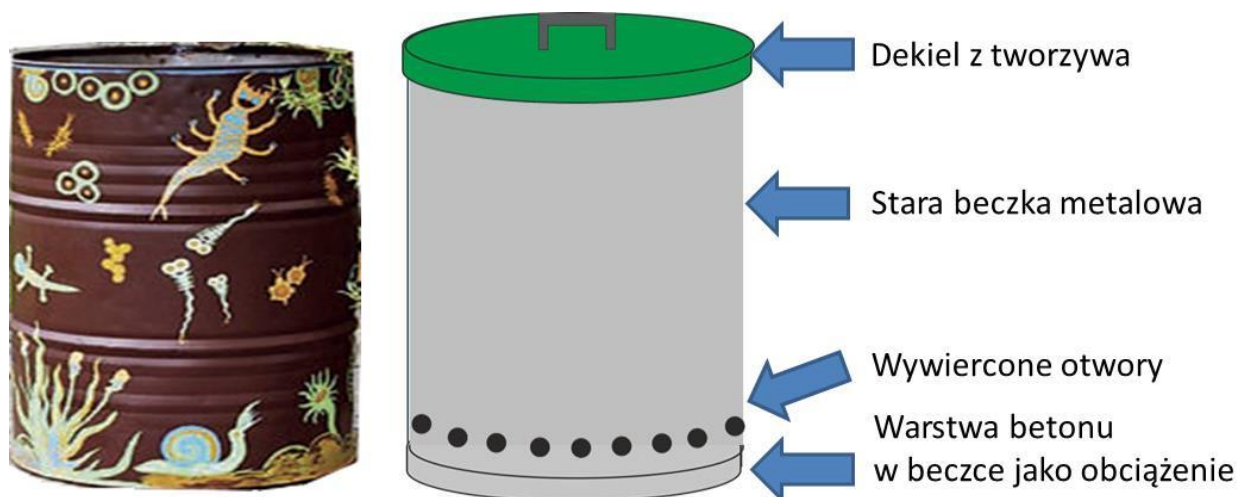
W związku z tym należy przedsięwziąć działania zaradcze, mające na celu ograniczenia lub likwidację presji związanej z odpadami komunalnymi. Proponowane działania zaradcze można podzielić na trzy duże zadania:

Uporządkowanie gospodarki odpadami w najbliższym otoczeniu zbiorników. W szczególności działania te powinny obejmować rozmieszczenie pojemników na śmieci o dużej pojemności (ok. 100-150 l) przy stanowiskach wędkarskich, w miejscach biwakowania i przy miejscach do kąpieli. Pojemniki powinny być regularnie opróżniane, a w okresie nasilonego ruchu turystycznego należy zwiększyć częstotliwość ich opróżniania. W najbliższym sezonie wędkarskim należy przeprowadzić szczegółowy monitoring ilości gromadzonych odpadów w pojemnikach w celu dostosowania częstotliwości opróżniania.

Należy przedsięwziąć działania edukacyjne, których celem będzie zwrócenie uwagi mieszkańców i przyjezdnych na problem śmieci w najbliższym otoczeniu zbiorników. Najbardziej skuteczne w tym zakresie są wydarzenia edukacyjne, połączone z zabawą dla najmłodszych lub akcje zbierania śmieci z udziałem młodzieży szkolnej, połączone z konkursami. Jedną z przykładów takiej akcji może być konkurs na najładniej ozdobiony pojemnik na śmieci, wykonany np. z blaszanej beczki (Rys. 107). Inną formą wydarzenia edukacyjnego mogą być warsztaty dla uczniów, mające na celu opracowanie interaktywnej mapy dzikich wysypisk w gminie. Mapę taką można przygotować przy użyciu smartfonów i darmowego oprogramowania.

Należy także podjąć działania mające na celu aktywizację lokalnej społeczności do monitoringu dzikich wysypisk śmieci, np. przez stworzenie aplikacji mobilnej lub interfejsu webowego do zgłaszania zaobserwowanych przypadków składowania śmieci w niedozwolonych miejscach. Zgłoszenia takie powinny być na bieżąco weryfikowane przez odpowiednie służby, a zgłaszający powinien otrzymywać potwierdzenie zgłoszenia i weryfikacji informacji przez służby.

Ze względu na unikatowy charakter kompleksu zbiorników Rogoźnik oraz skomplikowany system praw własności do terenów przylegających do tych zbiorników, należy rozważyć powołanie spółki celowej, której zadaniem byłoby zarządzanie działalnością turystyczną na tym obszarze, skupiającej wszystkich interesariuszy.



Rys. 107. Przykład rozwiązania – ozdobione graffiti pojemniki na śmieci, do wykonania np. z blaszanej beczki przez młodzież szkolną w ramach konkursów środowiskowych

Urbanizacja zlewni

Zabudowa jednorodzinna, zajmująca ok. 140 ha, co stanowi ponad 8% powierzchni zlewni, jest potencjalnym i prawdopodobnie najistotniejszym źródłem biogenów w zlewni. Na obszarze zlewni zbiornika Rogoźnik według Bazy Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego w 2009 r. zamieszkiwało 2 429 osób (Góra Siewierska, Siemonia, Twardowice, Brzękowice Górne). Ze względu na dużą atrakcyjność tych terenów jako miejsca do budownictwa jednorodzinnego (dobra komunikacja, atrakcyjne tereny rekreacyjne, bliskość zbiorników wodnych) presje związane z urbanizacją będą zwiększały oddziaływanie na jakość wód w zbiornikach. Do istotnych presji związanych z urbanizacją, mających wpływ na stan środowiska wokół i jakość wód zbiorników Rogoźnik możemy zaliczyć nieskanalizowane ścieki komunalne, wzrost uszczelnienie powierzchni gruntu, synantropizację szaty roślinnej.

Oddziaływanie presji na stan wód zbiorników pokazuje analiza wody zbiornika Rogoźnik III. Wysoki poziom bakterii typu coli, bakterii typu fekalnego oraz wysokich stężeń azotu (III), Azotu (V) i azotu amonowego. Wskazuje to na zanieczyszczenie ściekami bytowymi wód zasilających ten zbiornik. Źródłem tych zanieczyszczeń należy szukać w nieskanalizowanych osiedlach powyżej zbiornika. Wody Rogoźnika III zasilają kolejno Rogoźnik II i Rogoźnik I. Usytuowanie zbiorników i ukształtowanie terenu determinuje łatwość przedostawania się zanieczyszczeń ze spływu powierzchniowego od strony południowej z sąsiadującej drogi oraz z nieco oddalonych pól uprawnych. Od strony północnej tereny rolnicze, jak również zabudowa jednorodzinna, położone są niemal w bezpośrednim sąsiedztwie zbiorników. Ograniczenie kontaminacji pozytywnie wpłynie na jakość wody w analizowanym zbiorniku Rogoźnik I.

Na obszarach leśnych wokół zbiorników (szczególnie zbiorników Rogoźnik II i Rogoźnik III) obserwuje się liczne „dzikie wysypiska śmieci”, w których dominują odpady budowlane oraz po chemii budowlanej, odpady bytowe, pozostałości po AGD, elementy motoryzacyjne. Ze względu na duży obszar trudna jest kontrola tych terenów. Można taką kontrolę prowadzić z użyciem fotopułapek. Fotopułapki to połączenie kamery z czujnikiem ruchu. Czujnik ruchu jest odpowiedzialny za uruchamianie rejestracji obrazu w momencie wykrycia ruchu. Można je montować na drzewach. Można stosować również urządzenia zaopatrzone w systemy GSM umożliwiające zdalną kontrolę oraz automatyczny przesył zarejestrowanego obrazu. Instalacja tego typu systemów wymaga jednak zastosowania się do ogólnego Rozporządzenia o ochronie danych (RODO) oraz uregulowań przepisów krajowych, które zostały wprowadzone w wyniku wprowadzenia RODO – Ustawy o Ochronie Danych Osobowych oraz

dokumentu: „Wskazówki dotyczące stosowania monitoringu wizyjnego” opracowanego przez prezesa Urzędu Ochrony Danych Osobowych.

Konieczne jest zorganizowanie akcji oczyszczania terenu ze śmieci z zaangażowaniem przede wszystkim wędkarzy, ochotniczej straży pożarnej i mieszkańców gminy. Ważne jest prowadzenie akcji edukacyjnej, której celem ma być zaangażowanie wędkarzy i mieszkańców gminy w działania poprawiające stan środowiska.

Poważnym problemem często niedostrzeganym przez mieszkańców jest wzrost uszczelnienie powierzchni gruntu. Zjawisko to jest związane z powierzchniami zasklepieniami takimi jak powierzchnie pod zabudową, place, parkingi pokryte kostką brukową, chodniki, drogi asfaltowe. Same drogi stanowią obecnie 2% powierzchni zlewni. Jako tereny uszczelnione można również traktować powierzchnię dachów.

Na skarpach pomiędzy parkiem gminnym a zbiornikiem Rogoźnika I oraz pomiędzy ulicą Cmentarną a Rogoźnikiem II zlokalizowane są kanały odprowadzające wody deszczowe z terenów uszczelnionych do zbiornika.

W zlewni zbiorników Rogoźnik I oraz Rogoźnik II występuje zagrożenie degradacją naturogeniczną i uprawową w postaci procesów denudacyjno-erozyjnych o charakterze zmywowym powierzchniowym, zachodzących w okresach wiosennych roztopów i deszczy nawalnych. Procesy te są częściowo łagodzone porastającą szatą roślinną. Procesy erozyjno-denudacyjne o charakterze skoncentrowanym mogą pojawić się, w okresach podobnych jak powierzchniowe, lecz w miejscach istniejących rozcięć erozyjnych.

Na analizowanym obszarze i w jego najbliższym otoczeniu stosunki wodne uległy zauważalnym antropogenicznym przekształceniom. Wynikają one z silnej antropopresji przejawiającej się: systematycznym wzrostem zabudowy terenu, odkrywkową eksploatacją piasków, składowaniem odpadów komunalnych i przemysłowych, zrzutem ścieków do powierzchniowej sieci hydrograficznej, prowadzonymi pracami hydrotechnicznymi w dolinach rzecznych, pojawianiem się antropogenicznych zbiorników wodnych, przełożeniem rzek oraz osiadania terenu w wyniku podziemnej eksploatacji węgla. Przekształceniom uległy wody podziemne i powierzchniowe.

W zakresie wód podziemnych przekształcenia te przejawiają się m. in. przez:

- zmniejszenie zasobów wód podziemnych na skutek systematycznych odwodnień różnych formacji geologicznych (karbońskich, triasowych i czwartorzędowych),
- zmniejszenie infiltracyjnej zdolności gruntu wskutek antropogenicznych przeobrażeń powierzchni (zabudowa, kanalizacja miejska),
- realne zagrożenie zanieczyszczenia wód podziemnych w rejonie nielegalnego składowania odpadów (oraz w wyrobiskach po eksploatacji materiałów budowlanych).

Zasadnicze przekształcenia wód powierzchniowych przejawiają się przez:

- zmiany powierzchniowej sieci hydrograficznej wskutek różnorodnych prac hydrotechnicznych w korytach i dolinach rzecznych,
- lokalne zmiany i utratę wiązania hydraulicznego z wodami podziemnymi,
- budowę wodociągów i kanalizacji, którym towarzyszą międzyzlewniowe przerzuty wody,
- wzrost retencji powierzchniowej w wyniku budowy zbiorników (Jez. Rogoźnik) oraz licznych drobnych antropogenicznych zbiorników użytkowych, a także podtopień i zalewisk na terenach osiadań górniczych,
- antropogeniczne zaburzenia reżimu (wzrost ilości wody obcej w ciekach),

- pogorszenie jakości wód w wyniku zrzutu do sieci hydrograficznej ścieków przemysłowych, komunalnych oraz dzikich zrzutów ścieków bytowo-gospodarczych (Rzętała 2014).

Jedną z istotnych presji wywoływanych przez postępującą urbanizację jest synantropizacja szaty roślinnej. Zjawisko to jest rozumiane jako całokształt przemian flory i roślinności, zachodzących w skutek działalności człowieka. Najczęstszym przejawem tego zjawiska jest przebudowa składu gatunkowego w zbiorowiskach roślinnych typowych dla naturalnej lub półnaturalnej roślinności danego obszaru. Przebudowa składu gatunkowego dokonuje się przez pojawianie się w naturalnych i półnaturalnych zbiorowiskach roślinnych gatunków obcego pochodzenia lub gatunków rodzimych, ale ściśle związanych z przekształconymi siedliskami pochodzenia antropogenicznego. Siłą sprawczą tych zmian mogą być różne formy działalności człowieka, jak rolnictwo, urbanizacja, przemysł, transport, a nawet nieostrożna gospodarka leśna. Pojawianie się obcych gatunków może być efektem przypadkowego zawleczenia, ale nierzadko są one celowo uprawiane, np. w przydomowych ogrodach i na terenach zieleni urządzonej, z których następnie rozprzestrzeniają się na nowe obszary, gdzie zadamawiają się. Wśród gatunków obcego pochodzenia wyróżnia się szczególną grupę gatunków, zwanych gatunkami inwazyjnymi, które zwykle występują masowo, przekształcają zajmowane siedliska i często są trudne do usunięcia. Występowanie gatunków obcego pochodzenia, klasyfikowanych jako inwazyjne, powodują zagrożenia dla lokalnej różnorodności gatunkowej m.in. poprzez zmianę warunków abiotycznych i biotycznych zwłaszcza w przypadku masowego występowania (Tokarska-Guzik i in. 2012).

Na obszarze badań odnotowano stanowiska 17 inwazyjnych gatunków obcych, co jak na stosunkowo niewielki teren jest liczbą znaczącą. Niektóre z nich np. robinia akacjowa *Robinia pseudoacacia* i dąb czerwony *Quercus rubra* były na tym terenie nasadzone. Ze względu na wyjątkowo efektywny sposób rozmnażania, rozprzestrzeniają się spontanicznie, stanowiąc często znaczący element fizjonomii leśnych fitocenoz. Powierzchnie zadrzewień stanowią niezwykle ważny element szaty roślinnej terenu zlewni i najbliższego otoczenia zbiorników Rogoźnik I i Rogoźnik II, zarówno ze względu biocenotycznego jak i rekreacyjnego. Reprezentowane są one przez fragmentarycznie zachowane właściwe dla siedliska zbiorowiska leśne o charakterze kadłubowym (z bardzo zubożałym i uproszczonym składem gatunkowym), rozpoznawalne często wyłącznie po gatunkach runa leśnego. Część zadrzewień powstała w wyniku sukcesji wtórnej roślinności na terenie po eksploatacji złóż piasku. Jednak znaczącą część stanowią nasadzenia, które występują jako efekt zabiegów rekultywacyjnych, a z drugiej strony jako element zieleni urządzonej (obszar o charakterze parkowym). Zwykle nasadzone były gatunki obcego pochodzenia, w tym także inwazyjne. Najbardziej efektywnie rozprzestrzeniające się na tym terenie z nasadzeń, obce inwazyjne gatunki drzewiaste to: robinia akacjowa *Robinia pseudoacacia*, dąb czerwony *Quercus rubra*, dereń rozłogowych *Cornus sericea* i występująca tu prawdopodobnie spontanicznie czeremcha amerykańska *Padus serotina*.

Z przedstawionych w Tabeli 5 gatunków inwazyjnych, prócz wymienionych gatunków drzew, na szczególną uwagę zasługują dwa gatunki zielne: rdestowiec sachaliński *Reynoutria sachalinensis* i niecierpek gruczołowy *Impatiens glandulifera*. Populacja pierwszego z nich występuje w sąsiedztwie zbiornika Rogoźnik II. Jednak ze względu na jego wyjątkową uciążliwość dla środowiska przyrodniczego w Polsce i wysokie prawdopodobieństwo jego rozprzestrzenienia się, należy podjąć działania w celu ograniczenia lub eliminacji populacji. Gatunek wytwarza długie, silne kłacza, a jego zamierające, po zakończeniu sezonu wegetacyjnego pędy, uniemożliwiają współwystępowanie jakichkolwiek innych gatunków roślin. Dodatkowo związki allelopatyczne, wydzielane przez niego ograniczają kiełkowanie innych roślin, które występują w glebowym banku nasion (Tokarska-Guzik i in. 2017). Z kolei niecierpek gruczołowy występuje głównie w obrębie szuwarów przy wschodniej części zbiornika Rogoźnik I. Roślina ta była kiedyś hodowana dla celów ozdobnych w ogrodach przydomowych. Dzięki wytwarzaniu

dużej liczby nasion i ich aktywnemu rozsiewaniu, gatunek szybko zdziczał i zajmuje także w Polsce coraz większe powierzchnie, zwłaszcza w miejscach stale wilgotnych takich jak doliny rzeczne.

Wymienione gatunki inwazyjne obcego pochodzenia nie stanowią bezpośredniego zagrożenia dla warunków sanitarnych w zbiornikach. Jedynie wymienione gatunki inwazyjnych drzew, porastając obficie brzegi obydwu zbiorników, mogą stanowić istotne źródło materii organicznej gromadzącej się w zbiorniku, szczególnie późnym latem i jesienią, kiedy zrzucają liście. W ten sposób mogą częściowo przyczynić się do podwyższenia trofii wód zbiorników. Wymienione gatunki inwazyjne (zarówno drzewiaste, jak i zielne) stanowią jednak istotne zagrożenie dla lokalnej bioróżnorodności. Niekontrolowany rozwój ich populacji może spowodować uszczuplenie składu gatunkowego siedlisk występujących na obszarze zlewni, a także mogą stanowić źródło diaspor do dalszego rozprzestrzeniania się w obrębie zlewni i poza nią. Dominacja gatunków inwazyjnych w lokalnej szacie roślinnej ma także wymiar estetyczny. Siedliska o uszczuplonym składzie gatunkowym i zdominowane przez kilka gatunków inwazyjnych czynią teren mało atrakcyjnym pod względem przyrodniczym.

Obszar, który zajmuje rdestowiec sachaliński jest jeszcze stosunkowo niewielki i dlatego można spodziewać się, że zabiegi mechanicznego zwalczania przyniosą widoczne efekty. Są to działania długotrwałe i dotychczas rzadko udaje się osiągnąć całkowitą skuteczność zabiegów. Można jednak korzystać z doświadczeń nad kontrolą tego gatunku w Polsce (Tokarska-Guzik i in. 2015, 2017).

Niecierpek, pomimo stosunkowo „delikatnego” wyglądu, jest rośliną trudną do eliminacji ze względu na znaczną liczbę nasion zalegających w podłożu, które stanowią o trwaniu gatunku w środowisku przez wiele lat. Należy go zatem usuwać przed owocowaniem. Największą skuteczność w przypadku badanego obszaru, może przynieść usuwanie ręczne ze względu na występowanie rozproszone okazów. Koszenie stosuje się zwykle przy bardziej zwartych płatach (Krzysztofiak, Krzysztofiak 2015). Należy pamiętać, że zwalczanie obcych gatunków inwazyjnych jest procesem długotrwałym i kosztochłonnym. Dlatego też powinien być opracowany precyzyjny etapowy plan działań, ze szczególnym uwzględnieniem możliwości właściwej utylizacji usuwanych roślin. Pozwoli to osiągnąć największą skuteczność zabiegów przy najbardziej ekonomicznym wykorzystaniu nakładów finansowych.

W przypadku drzewiastych gatunków inwazyjnych ich eliminacja i kontrola populacji powinny być elementem szerszej zakrojonych działań prowadzących do przebudowy drzewostanów w otoczeniu zbiorników w celu ich naturalizacji.

W przypadku niektórych gatunków powstały opracowania dotyczące doświadczeń w ich zwalczaniu np. dębu czerwonego czy robinii akacjowej (Obidziński, Woziwoda 2016; Woziwoda, Obidziński 2016). Fizjonomia obserwowanych fragmentów powierzchni leśnych nasunęła wnioski o potrzebie ingerencji, usunięcia gatunków obcego pochodzenia i nieznacznej przebudowy drzewostanu oraz zabiegów pielęgnacyjnych tam, gdzie jest to możliwe. Jednak podstawowym aspektem, które należy wziąć pod uwagę podczas przygotowywania planu działań, jest docelowy charakter zagospodarowania terenu. Nie ma bowiem większego sensu usuwanie gatunków obcego pochodzenia z powierzchni zagospodarowania o charakterze zieleni urządzonej. Natomiast tam, gdzie zadrzewienia noszą jeszcze znamiona naturalności, warto podjąć działania. Oprócz wspomnianych gatunków inwazyjnych, które zagrażają rodzimej różnorodności, należy także podkreślić konieczność zabiegów pielęgnacyjnych wynikających ze względów bezpieczeństwa osób wykorzystujących ten teren w celach rekreacyjnych. Nasadzone tutaj gatunki i odmiany topoli pochodzących z Ameryki Północnej *Populus* spp. rosną stosunkowo szybko, ale są mało odporne na czynniki mechaniczne. Ponadto bardzo często są żywicielem gatunku półpasożytniczego – jemioly zwyczajnej *Viscum album*, co dodatkowo osłabia gałęzie i doprowadza do obumarcia drzewa. Łamiące się konary podczas silniejszych porywów wiatru mogą zagrażać ludziom użytkującym ten teren w celach rekreacyjnych.

Przygotowanie planu przebudowy drzewostanu powinno być poprzedzone szczegółowymi badaniami siedliska oraz drzewostanu. Zapewni to skuteczność planowanych zabiegów oraz właściwy dobór wprowadzanych gatunków.

Rolnictwo w zlewni

Analizy użytkowania terenu przeprowadzone na podstawie wizji terenowych oraz danych CORINE 2012 (<https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2012>), dostępnych ortofotomap i danych pochodzących z Banku Danych o Lasach (<https://www.bdl.lasy.gov.pl>) pozwoliły ustalić dominujące sposoby użytkowania terenu na obszarze wyznaczonej zlewni.

Zdecydowaną większość obszaru zlewni zajmują tereny rolnicze. Ich łączna powierzchnia wynosi ok. 962 ha, co stanowi prawie 63% powierzchni zlewni. Obszary te stanowią potencjalne źródło zanieczyszczeń, w szczególności biogenów (fosforu i azotu) pochodzących z nawożenia. Jednakże identyfikacja faktycznych zagrożeń pochodzących z tych obszarów wymaga szczegółowych badań terenowych oraz analizy aktualnych sposobów użytkowania terenu.. Eksploatacja rolnicza tych obszarów skutkuje potencjalnym wpływem wzbogaconych w biogeny wód powierzchniowych i podziemnych związanych z nawożeniem pól, dopływ ścieków niebezpiecznych bakteriologicznie, pochodzących z ferm i hodowli zwierząt oraz ścieków zawierających wysokie stężenia biogenów pochodzących z ferm i hodowli zwierząt. W efekcie w wodach zbiorników obserwowane jest podwyższone stężenia azotu – NH_4^+ , NO_3^- i fosforu – PO_4^{3-} , obecność bakterii kałowych (*Clostridium perfringens* oraz bakterie grupy coli i enterokoki).

Ograniczenie skutków działalności rolniczej można osiągnąć poprzez tworzenie stref ekotonowych (strefy przejściowe pomiędzy obszarami rolniczymi a pozostałą częścią zlewni/zbiornika), których zadaniem będzie podnoszenie stabilności ekosystemów leśnych w zlewni a także zbiorników kompleksu Rogoźnik. Taką rolę mogą pełnić strefy szuwarowe wokół zbiornika. Ważne jest również stosowanie dobrych praktyk rolniczych, które powinny obejmować sposoby nawożenia oraz zasady postępowania z odpadami rolniczymi. Dotyczy to przede wszystkim uszczelnienia powierzchni służących do przechowywania nawozów naturalnych oraz do komponowania i przechowywania pasz soczystych (zielonki, kiszzonek, rośliny okopowe). Wprowadzenie w życie takich praktyk wymaga działań edukacyjnych adresowane do rolników, prowadzonych na przykład przez Ośrodki Doradztwa Rolniczego Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa.

Z grupy potencjalnych emitatorów zanieczyszczeń można w zasadzie wykluczyć zakłady przemysłowe, które w obszarze zlewni zajmują niewielką powierzchnię (ok. 0,3% zlewni), a charakter ich działalności (wytwórnia betonu) nie wskazuje, by mogły stanowić źródło biogenów.

Tabela 28. Wyniki analizy przyczynowo-skutkowej D-P-S-I-R dla zbiornika Rogoźnik I

CZYNNIKI SPRAWCZE	PRESJE	STAN	WPLYW	REAKCJA, PRZECIWDZIAŁANIE
NIEUPORZĄDKOWANY STATUS PRAWNY BUDOWLI HYDROTECHNICZNYCH I URZĄDZEŃ WODNYCH ORAZ INNEJ INFRASTRUKTURY BUDOWLANEJ	Brak dotępu do dokumentów archiwalnych (projekt budowlany, wykonawczy i powykonawczy) budowli systemu zbiorników Rogoźnik	Brak wskazanego właściciela lub zarządcy obiektu budowlanego	Zły stan techniczny urządzeń wodnych Brak możliwości opracowania ocen stanu technicznego	Powierzenie obowiązków utrzymania wód i urządzeń wodnych gminnej Spółce Wodnej lub powołanie takiej spółki Uporządkowanie praw własności do urządzeń wodnych Sporządzenie ocen stanu technicznego urządzeń i budowli piętrzących
	Brak pozwolenia wodnoprawnego na szczególne korzystanie z wód dla zbiorników Rogoźnik	Brak wskazanego Użytkownika Wód (zgodnie z ustawą Prawo Wodne)	Brak możliwości legalnego i bezpiecznego użytkowania wód	Ustalenie Zarządcy, a zarazem Użytkownika Wód Wykonanie inwentaryzacji urządzeń wodnych (urządzeń i budowli piętrzących) Opracowanie Operatów Wodnoprawnych wraz z niezbędnymi instrukcjami gospodarowania wodą
	Stan zagrażający bezpiecznemu użytkowaniu budowli	Brak możliwości regulowania poziomu piętrzenia w zbiornikach Rogoźnik I, II, III.	Wzrost zagrożenia powodziowego	Przeprowadzenie niezbędnego remontu urządzeń i budowli piętrzących
	Uszkodzona infrastruktura budowlana na wschodnim brzegu Rogoźnik I	Gromadzenie odpadów Zniszczone schody na skarpach doprowadzające do zniszczonych budynków	Obniżenie walorów estetycznych terenów wokół zbiornika Zagrożenia życia ludzi	Wyburzenie/naprawa zniszczonej infrastruktury Uporządkowanie terenu
TURYSTYKA I REKREACJA	Intensyfikacja rekreacji wokół zbiornika Rogoźnik I (miejsca do kąpeli)	Podwyższenie poziomu <i>Escherichia coli</i> i stężenia biogenów w rejonie miejsc do kąpeli	Pogorszenie stanu sanitarnego miejsc do kąpeli Zwiększenie prawdopodobieństwa pojawiania się zakwitów	Dostosowanie liczby toalet oraz sanitariatów do intensywności ruchu turystycznego Prowadzenie monitoringu jakości wód
	Intensywna eksploatacja wędkarska	Zanieczyszczenie stanowisk wędkarskich odpadami komunalnymi i fekaliami Deponowanie odpadów w okolicznych lasach Przełowienie łowisk wędkarskich	Pogorszenie stanu sanitarnego i obniżenie walorów estetycznych brzegów zbiorników Zmniejszenie się liczebności ryb w zbiorniku	Uporządkowanie gospodarki odpadami – zaopatrzenie stanowisk wędkarskich w pojemniki na śmieci i systematyczne ich opróżnianie Wprowadzenie regulaminów na wszystkich łowiskach Kontrola przestrzegania regulaminów korzystania z łowisk prowadzone przez PZW (straż rybacka) i Lasy Państwowe (straż leśna) lub inne uprawnione służby
	Działalność punktów gastronomicznych i podmiotów świadczących usługi związane z rekreacją w sezonie letnim	Zwiększenie ilości odpadów stałych w miejscach o najbardziej intensywnym ruchu turystycznym	Pogorszenie stanu sanitarnego i obniżenie walorów estetycznych strefy przybrzeżnej zbiorników	Uporządkowanie gospodarki odpadami – rozmieszczenie pojemników na śmieci w pobliżu miejsc rekreacji Prowadzenie bieżącej kontroli sposobów wykorzystania rekreacyjnego obszarów wokół zbiornika

CZYNNIKI SPRAWCZE	PRESJE	STAN	WPŁYW	REAKCJA, PRZECIWDZIAŁANIE
	Dziki biwakowanie w strefie przybrzeżnej zbiornika	Pozostałości po dzikich biwakach w postaci śmieci i innych odpadów komunalnych w strefie przybrzeżnej i w lasach Zanieczyszczenie wód zbiorników przez detergenty i substancje biogenne Depozycja substancji ropopochodnych z układów paliwowych i układów smarowania pojazdów	Zanieczyszczenie wód zbiorników Pogorszenie stanu sanitarnego Obniżenie walorów estetycznych miejsc intensywnie użytkowanych turystycznie	Przygotowanie ogólnodostępnych miejsc piknikowych i biwakowych wyposażonych w niezbędną infrastrukturę sanitarną i pomocniczą Wyznaczenie miejsc do biwakowania wyposażonych w sanitariaty i natryski oraz pojemniki na odpady Systematyczne opróżnianie pojemników na odpady Prowadzenie bieżącej kontroli sposobów wykorzystania rekreacyjnych obszarów wokół zbiornika System monitoringu wizyjnego przestrzeni publicznej na obszarach intensywnie eksploatowanych turystycznie
	Niska świadomość ekologiczna osób korzystających z rekreacji i turystów	Zanieczyszczenie i degradacja środowiska	Pogorszenie stanu środowiska	Opracowanie i rozmieszczenie informacji dot. zachowań prośrodowiskowych w rejonie zbiornika Działania edukacyjne skierowane do stałych użytkowników zbiornika – wędkarze, turyści rowerowi, mieszkańcy
URBANIZACJA	Ścieki komunalne	Obecność bakterii <i>Clostridium perfringens</i> oraz bakterii <i>Escherichia coli</i> Podwyższenie stężenia biogenów w wodzie	Pogorszenie stanu sanitarnego wody w zbiornikach Eutrofizacja wód	Uporządkowanie gospodarki ściekowej w zlewni – uszczelnienie szamb i skanalizowanie nieskanalizowanych terenów zabudowanych w zlewni Rogoźnika
	Dziki wysypiska śmieci	Gromadzenie odpadów komunalnych i budowlanych w lasach na terenie zlewni	Obniżenie walorów estetycznych terenów zielonych w okolicy zbiorników, prawdopodobieństwo dopływu biogenów i substancji toksycznych wraz ze spływem powierzchniowym.	Kontrola terenu wokół zbiorników i lasów w zlewni Wprowadzenie systemu monitoringu (kamery, fotopułapki) Edukacja społeczeństwa w zakresie ochrony zasobów i właściwego postępowania z odpadami – mieszkańcy, turyści
	Synantropizacja szaty roślinnej	Rozprzestrzenianie się obcych gatunków roślin	Obniżenie walorów przyrodniczych i estetycznych terenu Uproszczenie i przebudowa składu gatunkowego siedlisk Powstawanie rozległych powierzchni porośniętych przez mało atrakcyjne gatunki i układy jednogatunkowe Powstawanie „hotspotów” dalszej inwazji obcych gatunków	Program zwalczania inwazyjnych gatunków roślin Przebudowa drzewostanów w kierunku renaturalizacji Edukacja społeczeństwa nt. skutków wprowadzania do środowiska gatunków inwazyjnych

CZYNNIKI SPRAWCZE	PRESJE	STAN	WPŁYW	REAKCJA, PRZECIWDZIAŁANIE
	Wzrost uszczelnienia powierzchni gruntu	Zwiększony spływ powierzchniowy oraz zmniejszona naturalna retencja terenowa wód opadowych i roztopowych	Zwiększenie zawartości biogenów w wodach	Ograniczenie transferu biogenów ze zlewni do ekosystemu zbiornika Wytyczne dot. dopuszczalnych wielkości powierzchni uszczelnionych na nieruchomościach oraz stosowania rozwiązań zwiększających naturalną retencję terenową wód opadowych i roztopowych
ROLNICTWO	Dopływ wzbogaconych w biogeny wód powierzchniowych i podziemnych związanych z nawożeniem pól uprawnych	Podwyższone stężenia biogenów w wodzie	Wzbogacanie w biogeny osadów dennych w zbiorniku	Ograniczenie transferu biogenów ze zlewni do ekosystemu zbiornika Wprowadzanie i utrzymywanie pasów roślinności buforowej na styku wody i lądu (strefa ekotynowa) Stosowanie dobrej praktyki rolniczej Działania edukacyjne adresowane do rolników
	Potencjalny dopływ ścieków niebezpiecznych bakteriologicznie, pochodzących z ferm i hodowli zwierząt	Obecność bakterii <i>Clostridium perfringens</i> oraz bakterii grupy coli i enterokoków	Pogorszenie jakości sanitarnej wody	Stosowanie dobrej praktyki rolniczej w zlewni Działania edukacyjne adresowane do rolników
	Potencjalny dopływ ścieków zawierających wysokie stężenia biogenów pochodzących z ferm i hodowli zwierząt	Podwyższone stężenia biogenów, N – NH ₄ , N-NO ₃ ; P – PO ₄	Eutrofizacja wód	Stosowanie dobrej praktyki rolniczej w zlewni Działania edukacyjne adresowane do rolników
GOSPODARKA RYBACKA I WĘDKARSKA	Brak przepławek na jazach	Negatywny wpływ na strukturę gatunkową i wiekową ryb w zbiorniku	Nieprawidłowa struktura wiekowa i gatunkowa populacji ryb zależna od zarybienia	Umożliwienie migracji ryb Zaprojektowanie odpowiedniej struktury zarybienia Zarybienia gatunkami zagrożonymi, poddanymi presji wędkarskiej Stała kontrola struktury gatunkowej i wiekowej ryb w zbiorniku Poprawienie warunków siedliskowych określonych gatunków ryb, szczególnie miejsc tarła Edukacja wędkarzy w zakresie promowania siedlisk umożliwiających tarło
	Nadmierna eksploatacja wędkarska	Struktura populacji ryb zależna od zarybienia	Nieprawidłowa struktura gatunkowa i wiekowa ryb w zbiorniku	Ustalenie regulaminów korzystania z łowisk Poprawienie warunków siedliskowych określonych gatunków ryb, szczególnie miejsc tarła Promowanie siedlisk umożliwiających tarło
	Nieprawidłowa struktura zarybienia	Nieprawidłowa struktura wiekowa i gatunkowa populacji ryb zależna od zarybienia	Negatywny wpływ na strukturę gatunkową i wiekową ryb w zbiorniku	Zmiana struktury zarybienia Stała kontrola struktury gatunkowej i wiekowej ryb w zbiorniku Poprawienie warunków siedliskowych określonych gatunków ryb, szczególnie miejsc tarła

7. Możliwości finansowania działań naprawczych

Samorządy w Polsce, co do zasady, mają prawnie przyznaną swobodę w decydowaniu o sposobie i formie wykonywania swoich zadań własnych.

Przepisy obowiązującego prawa, określają trzy rodzaje zadań samorządu terytorialnego:

- zadania własne;
- zadanie zlecone z zakresu administracji rządowej;
- zadania zlecone przez państwo w zakresie organizacji wyborów i referendum.

Zadania, które ma realizować samorząd lokalny, wymagają poniesienia nakładów finansowych, i dlatego też samorządy terytorialne (gminy, powiaty, województwa), otrzymują dochody z różnych źródeł. Według Konstytucji (art. 167), adekwatnie do posiadanych zadań, samorząd powinien mieć zapewniony, od państwa, dostęp do środków finansowych. Realizacji zadań publicznych służy również mienie komunalne pozostające w dyspozycji samorządu. Samorząd może zlecić swoje zadanie innemu samorządowi, tworzyć określone prawem jednostki organizacyjne lub przystępować do organizacji istniejących, a także zawierać umowy z innymi podmiotami. Gmina może zatem wykonywać zadania własne podejmowane w celu zaspokojenia zbiorowych potrzeb wspólnoty:

- w formie jednostki organizacyjnej niewyodrębnionej ze swojej struktury;
- w formie utworzonego przez siebie podmiotu prawa prywatnego, w szczególności spółki prawa handlowego;
- poprzez powierzenie wykonania określonych zadań osobom trzecim na podstawie umowy.

Biorąc pod uwagę zakres zadań planowanych do wykonania na terenie zbiorników Rogoźnik I, II i III celowe jest wyodrębnienie właściwej jednostki organizacyjnej i powierzenie jej planowanych zadań lub korzystniej utworzenie spółki prawa handlowego zgodnie z art. 2 i art. 9 ustawy o gospodarce komunalnej. Struktura utworzonej spółki powinna uwzględniać i odzwierciedlać wszystkich interesariuszy zbiorników Rogoźnik. Utworzenie spółki, objęcie udziałów lub akcji, wykonywanie wobec niej uprawnień i obowiązków właścicielskich, w tym dokapitalizowanie, odbywa się na zasadach określonych Kodeksem spółek handlowych. Podejmowanie tych czynności nie wymaga zawierania odpłatnych umów cywilnoprawnych pomiędzy wspólnikami i spółką. Tak określone działanie jednostki samorządu terytorialnego, polegające na utworzeniu spółki prawa handlowego i wyposażeniu jej w określony majątek samorządu w celu wykonywania przez spółkę zadania własnego jednostki samorządu terytorialnego, nie stanowi w świetle przepisów Prawa zamówień publicznych, udzielenia zamówienia publicznego.

Utworzenie nowego podmiotu organizacyjnego (Centrum Rekreacyjne Rogoźnik) powinno umożliwić skonsolidowanie struktury właścicielskiej, racjonalizację kosztów i wypracowanie nowej oferty rekreacyjnej oraz organizacyjno-zarządczej zawierającej zintegrowane zarządzanie zbiornikami rekreacyjnymi. Pozyskanie właściwych kompetencji w zakresie zarządzania zbiornikami rekreacyjnymi mogłoby obejmować udział w spółce Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach poprzez wniesienie licencji na wyniki projektu ZiZOZap do spółki.

Wśród celów strategicznych należy między innymi wymienić:

1. utworzenie nowego podmiotu organizacyjnego (Centrum Rekreacyjne Rogoźnik);
2. budowę strategii marketingowej dla nowego podmiotu organizacyjnego;
3. budowę modelu zarządzania (regulaminy, przepływy finansowe, planowanie, zaangażowanie pracowników w usprawnienie procesów, strategia kadrowa), finansowania (strumienie finansowania) i funkcjonowania (w oparciu o tzw. koła jakości);

4. zwiększenie przychodów i obniżenie kosztów (budżet, racjonalizacja wydatków, analiza kosztów, pobudzenie kreatywności);
5. opracowanie i wprowadzenie kompleksowej oferty usług;
6. opracowanie i wprowadzenie oferty szkoleniowo-dydaktycznej.

Wśród zadań nowego podmiotu organizacyjnego powinny się między innymi znaleźć:

1. zarządzanie i gospodarowanie zbiornikami Rogoźnik;
2. analiza i weryfikacja potencjału, plan marketingowy, plan finansowy, plan funkcjonowania – krótko i długoterminowy;
3. pozyskiwanie finansowania na innowacyjne projekty związane z zarządzaniem i gospodarowaniem zbiornikami rekreacyjnymi;
4. utworzenie i uruchomienie pola namiotowego;
5. utworzenie i uruchomienie ośrodka edukacji ekologicznej;
6. opracowanie i upublicznienie oferty usługowej;
7. wprowadzenie kompleksowej ofert usługowej zarządzania i gospodarowania zbiornikami rekreacyjnymi zawierającej w szczególności zarządzanie zintegrowane;
8. wprowadzenie oferty szkolno-dydaktycznej w szczególności z dziedzin związanych z zarządzaniem i gospodarowaniem zbiornikami rekreacyjnymi.

Działalność Centrum Rekreacyjne Rogoźnik powinna opierać się o model zarządzania zbliżony do kół jakości. Działalność powinna opierać się o stałe źródło finansowania, które zapewni utrzymanie potencjału na poziomie podstawowym oraz finansowanie ze źródeł zewnętrznych tj. projektów i usług, które umożliwią rozwój. Centrum Rekreacyjne Rogoźnik powinno przyjąć model zarządzania na podstawie kół jakości obejmujący:

1. identyfikację wyzwań,
2. ustalenie hierarchii wyzwań (analiza przyczynowo-skutkowa wielu „dobrych” rozwiązań),
3. zbieranie informacji, analiza i poszukiwanie rozwiązań,
4. wybór i projektowanie rozwiązania optymalnego,
5. prezentacja rozwiązań,
6. podjęcie decyzji o realizacji (analiza opłacalności)
7. wdrożenie projektu, motywacja pracowników
8. kontrola realizacji i korygowanie błędów,
9. doskonalenie procesów.

Przedmiotem działalności w krótkiej perspektywie planowania oprócz zarządzania i gospodarowania zbiornikami i bazą rekreacyjną powinno być uruchomienie pola namiotowego w sąsiedztwie zbiorników Rogoźnik I oraz Rogoźnik II.

Przedmiotem działalności w długiej perspektywie planowania może być między innymi zarządzanie zbiornikami rekreacyjnymi ze szczególnym uwzględnieniem zintegrowanych systemów zarządzania środowiskiem wodnym. Działalność w tym obszarze może wpisać się w niszę rynkową i umożliwić pozyskanie finansowania na prace badawczo-rozwojowe ze źródeł europejskich (np. Program Operacyjny Inteligentny Rozwój) redystrybuowanych przez agencje pośredniczące jak np. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. W przypadku utworzenia podmiotu prawa handlowego możliwe jest aplikowanie o środki na innowacyjne projekty jak demonstrator wykorzystania alternatywnych źródeł energii (mini elektrownia wodna, energia wiatrowa fotowoltaika, energetyczne przetwarzanie odpadów) wspólnie z jednostkami naukowymi jak Uniwersytet Śląski w Katowicach. Finansowanie mogłoby pochodzić ze środków programu „Silesia pod błękitnym niebem” lub Regionalnego Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko (instytucja pośrednicząca: Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach), jak np. działanie 1.7 Kompleksowa likwidacja niskiej

emisji na terenie województwa śląskiego poddziałanie 1.7.2 Efektywna dystrybucja ciepła i chłodu w województwie śląskim i inne.

Działalność usługowa powinna obejmować również edukację w zakresie zarządzania i gospodarowania zbiornikami rekreacyjnymi. Działalność taka mogłaby zostać dofinansowana ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach np. programu Dialog.

Pozyskiwanie funduszy zewnętrznych dla działań Centrum Rekreacyjnego Rogoźnik wymaga kreatywnego podejścia mając na uwadze mnogość programów celowych oraz zmiany następujące w tych programach. Kreatywne podejście powinno obejmować tworzenie bazy potencjalnych projektów i poszukiwanie możliwości ich finansowania.

7.1 Źródła finansowania programu naprawczego

Jednostki, które będą zaangażowane w realizację działań naprawczych m.in.:

- Urząd Gminy Bobrowniki,
- jednostki samorządu terytorialnego z obszaru zlewni,
- organizacje pozarządowe,
- Polski Związek Wędkarski,
- Wojewódzki Ośrodek Doradztwa Rolniczego,
- Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych, Nadleśnictwo Świerkianiec.

W latach 2017-2020 pozyskanie środków na działania naprawcze będzie możliwe m. in. z następujących źródeł:

- Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW),
- Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (WFOŚiGW),
- Program LIFE,
- Regionalny Program Operacyjny Województwa Śląskiego na lata 2014-2020 (RPO WŚL),
- kredyty i pożyczki preferencyjne i inne udzielane przez banki komercyjne oraz międzynarodowe instytucje finansujące,
- Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2014-2020 (POLiŚ),
- Środki Lasów Państwowych,
- budżet gminy.

Każde z wymienionych potencjalnych źródeł finansowania wymaga spełnienia zasad finansowania i wymogów prawnych narzuconych przez dysponenta środków. Możliwe jest łączenie źródeł finansowania, a czasem nawet pożądane tam gdzie wymagany jest udział własny wnioskodawcy.

7.1.1 Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

NFOŚiGW dysponuje obecnie środkami finansowymi ze źródeł krajowych (Ochrona i zrównoważone gospodarowanie zasobami wodnymi, Racjonalne gospodarowanie odpadami i ochrona powierzchni ziemi, Ochrona atmosfery, Ochrona różnorodności biologicznej i funkcji ekosystemów, Projekty Międzydziedzinowe), unijnych (Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2014-2020, Program LIFE) oraz w ramach Systemu Zielonych Inwestycji – GIS i finansowania zadań państwowych jednostek budżetowych.

Realizacja zadań związanych z rekultywacją zbiornika Rogoźnik może być finansowana ze środków NFOŚiGW w ramach następujących obszarów priorytetowych:

- ochrony i zrównoważonego gospodarowania zasobami wodnymi, w szczególności w zakresie inwestycji w gospodarkę wodno-ściekową w celu poprawy stanu wód powierzchniowych i podziemnych poprzez oczyszczanie ścieków zgodnie z wymogami Dyrektywy Rady 91/271/EWG dotyczącej oczyszczania ścieków komunalnych;
- powstrzymania procesu utraty różnorodności biologicznej i krajobrazowej, odtworzenie i wzbogacenie zasobów przyrody oraz skuteczne zarządzanie gatunkami i siedliskami (w tym rozpoznanie pojawiających się zagrożeń);
- realizacji zasad gospodarki odpadami, a w szczególności hierarchii sposobów postępowania z odpadami, poprzez:
 - ustanowienie i utrzymanie powszechnych systemów selektywnego zbierania odpadów,
 - utworzenie i utrzymanie w kraju zintegrowanej i wystarczającej sieci instalacji gospodarowania odpadami,
 - budowanie świadomości ekologicznej społeczeństwa zgodnie z celem programu,
 - edukacji ekologicznej – podnoszenie poziomu świadomości ekologicznej i kształtowanie postaw ekologicznych społeczeństwa poprzez promowanie zasad zrównoważonego rozwoju;
- ograniczenie emisji zanieczyszczeń powietrza oraz uzyskanie oszczędności energii elektrycznej poprzez dofinansowanie przedsięwzięć poprawiających efektywność energetyczną systemów oświetlenia zewnętrznego;
- „wsparcie dla innowacji sprzyjających zasobooszczędnej i niskoemisyjnej gospodarce Część 1) Sokół – wdrożenie innowacyjnych technologii środowiskowych”. W ramach programu dofinansowane mogą być propozycje wdrożenia innowacyjnych technologii środowiskowych, które mają służyć ograniczeniu oddziaływania zakładów/instalacji/urzędzeń na środowisko oraz wykorzystaniu lub produkcji technologii. **Beneficjentami** programu priorytetowego NFOŚiGW pn. „Wsparcie dla innowacji sprzyjających zasobooszczędnej i niskoemisyjnej gospodarce Część 1) Sokół – wdrożenie innowacyjnych technologii środowiskowych” **mogą być tylko przedsiębiorcy**;
- wsparcie działań ochrony środowiska i gospodarki wodnej realizowanych przez partnerów zewnętrznych, Część 3) Prosument - linia dofinansowania z przeznaczeniem na zakup i montaż mikroinstalacji odnawialnych źródeł energii;
- podniesienie poziomu ochrony przed skutkami zagrożeń naturalnych (zgodnie z kierunkami działań zapisanymi w „Strategicznym Planie Adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030”) oraz poważnych awarii, usprawnienie usuwania ich skutków oraz wzmocnienia wybranych elementów zarządzania środowiskiem;
- podnoszenie poziomu świadomości ekologicznej i kształtowanie postaw ekologicznych społeczeństwa poprzez promowanie zasad zrównoważonego rozwoju.

7.1.2 Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach

WFOŚiGW w Katowicach udziela dofinansowania na wspieranie działań proekologicznych podejmowanych przez administrację publiczną, przedsiębiorców, instytucje i organizacje pozarządowe. Wnioskodawcą może być wyłącznie inwestor bezpośredni, posiadający tytuł prawny do dysponowania nieruchomością na cele budowlane.

Lista przedsięwzięć priorytetowych planowanych do dofinansowania ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach na 2019 rok została zatwierdzona uchwałą Rady Nadzorczej nr 172/2018 z dnia 06.07.2018 roku.

Fundusz wspiera długoterminowe cele środowiskowe Województwa Śląskiego do 2018 roku. Wśród 10 celów występuje cel 2 w brzmieniu: **Przywrócenie wysokiej jakości wód powierzchniowych oraz ochrona jakości wód podziemnych i racjonalizacja ich wykorzystania.**

Wsparcie Funduszu zostało określone w podziale na grupy zadań, cele operacyjne i priorytetowe kierunki dofinansowania.

Potencjalnie planowane przedsięwzięcie mogłoby być zakwalifikowane do następujących grup zadań Funduszu:

Zadania z zakresu **OCHRONY WÓD (OW)** obejmują m.in.:

- OW 1.8. Inwestycje związane z ograniczeniem emisji zanieczyszczeń odprowadzanych w ściekach, wodach opadowych lub roztopowych, a zwłaszcza substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, oraz właściwym utrzymaniem systemów odprowadzania ścieków.

Zadania z zakresu **GOSPODARKI WODNEJ** obejmują inwestycje mające na celu ochronę przed powodzią i suszą oraz zaopatrzenie w wodę. Zakres ten obejmuje głównie: budowę lub modernizację zbiorników retencyjnych, urządzeń monitorujących, lub zwiększających bezpieczeństwo przeciwpowodziowe, doposażenie w sprzęt przeciwpowodziowy, usuwanie skutków powodzi oraz zapewnienie mieszkańcom dostępu do wody o jakości odpowiadającej normom wody do picia.

W ramach grupy **GOSPODARKA WODNA (GW)** występuje cel operacyjny:

- GW 1. Wdrażanie kompleksowego programu ochrony przeciwpowodziowej i rozwoju systemów małej retencji oraz przeciwdziałania suszy, w tym realizacja zadań zgodnych z planami gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy i programami gospodarki wodnej oraz priorytetowe kierunki dofinansowania,
 - GW 1.1. Budowa lub modernizacja urządzeń monitorujących lub urządzeń wodnych zwiększających bezpieczeństwo przeciwpowodziowe,
 - GW 1.2. Budowa lub modernizacja zbiorników małej retencji w szczególności ujętych w „Programie małej retencji dla województwa śląskiego”,
 - GW 1.4. Inwestycje w zakresie dostosowania do zmian klimatu poprzez zwiększanie naturalnej i sztucznej retencji wodnej.

Zadania z zakresu **OCHRONY RÓŻNORODNOŚCI BIOLOGICZNEJ I FUNKCJI EKOSYSTEMÓW (OP)** obejmują działania mające na celu zachowanie, odtworzenie i zrównoważone użytkowanie różnorodności biologicznej. Zakres ten obejmuje: ukształtowanie regionalnego systemu obszarów chronionych, ochronę roślin i zwierząt, ochronę lasów i terenów zielonych.

WFOŚiGW dofinansowuje również działania z zakresu **EDUKACJI EKOLOGICZNEJ (EE)** oraz propagowania działań proekologicznych i zasady zrównoważonego rozwoju, w obrębie priorytetów:

- EE 1. Edukacja ekologiczna dzieci i młodzieży
 - EE 1.1. Realizacja warsztatów, organizowanych na terenie województwa śląskiego, przez jednostki wyspecjalizowane w prowadzeniu edukacji ekologicznej,
- EE 3. Edukacja ekologiczna ludzi dorosłych
 - EE 3.1. Seminaria, sympozja i konferencje z zakresu ochrony środowiska i gospodarki wodnej.
 - EE 3.2. Upowszechnianie zasad dobrej praktyki rolniczej i metod oraz celów produkcji rolniczej metodami ekologicznymi.
- EE 4. Propagowanie działań proekologicznych, podnoszenie powszechnej świadomości ekologicznej,

- EE 4.1. Programy edukacji ekologicznej, kampanie i akcje edukacyjno-informacyjne,
- EE 5. Uostępianie społeczeństwu informacji o ochronie środowiska,
 - EE 5.1. Cykliczne upowszechnianie zasady zrównoważonego rozwoju poprzez media,
 - EE 5.2. Jednorazowe publikacje propagujące ochronę środowiska i gospodarkę wodną,
 - EE 5.3. Oznakowanie ścieżek dydaktycznych przyrodniczych i ekologicznych.

7.1.3 Regionalny Program Operacyjny Województwa Śląskiego na lata 2014-2020

Część środków finansowanych z RPO Województwa Śląskiego skierowana jest na przedsięwzięcia typowo inwestycyjne – począwszy od tych wspierających przedsiębiorców, poprzez infrastrukturę telekomunikacyjną, drogową i sanitarną, aż po przedsięwzięcia mające na celu ochronę środowiska czy infrastrukturę ochrony zdrowia. Promowane będzie też nawiązywanie i zacieśnianie więzi i współpracy pomiędzy przedsiębiorcami i naukowcami.

Do beneficjentów Programu należą:

1. Jednostki samorządu terytorialnego, ich związki i stowarzyszenia;
2. Podmioty, w których większość udziałów lub akcji posiadają jednostki samorządu terytorialnego lub ich związki i stowarzyszenia;
3. Jednostki zaliczane do sektora finansów publicznych;

W ramach RPO WSL 2014-2020 przewiduje się dwanaście merytorycznych osi priorytetowych (finansowanych z EFRR i EFS) oraz jedną oś dedykowaną działaniom w zakresie pomocy technicznej (finansowaną w całości z EFS) na rzecz całego RPO WSL 2014-2020.

Jedyną osią, w której można realizować planowaną rekultywację zbiornika jest V oś: **Ochrona środowiska i efektywne wykorzystanie zasobów**

W ramach osi priorytetowej V wsparcie zostanie skierowane na realizację projektów w zakresie gospodarki odpadami, poprzez budowę/rozwój/modernizację zakładów odzysku i unieszkodliwiania odpadów komunalnych, a także kompleksowe unieszkodliwianie odpadów zawierających azbest. Środki zostaną też przeznaczone na dalsze działania w zakresie uporządkowania gospodarki wodno-ściekowej poprzez budowę i modernizację sieci kanalizacyjnych dla ścieków komunalnych oraz sieci kanalizacji deszczowej, a także oczyszczalni ścieków komunalnych, budowę instalacji do zagospodarowania komunalnych osadów ściekowych oraz budowę i modernizację systemów zaopatrzenia w wodę (w ramach kompleksowych przedsięwzięć regulujących gospodarkę ściekową). W odniesieniu do sektora kultury, środki będą skoncentrowane na realizacji projektów mających na celu ochronę dziedzictwa kulturowego, w szczególności obiektów wpisanych do rejestru Śląskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków, Szlaku Zabytków Techniki, ważnych z punktu widzenia rozwoju regionu. Wsparcie uzyskają także projekty polegające na ochronie obszarów cennych przyrodniczo, w tym zmniejszeniu presji i uporządkowaniu ruchu turystycznego na tych obszarach oraz działania polegające na budowie, modernizacji i doposażeniu ośrodków prowadzących działalność w zakresie edukacji ekologicznej lub ochrony różnorodności biologicznej. Ponadto, środki zostaną przeznaczone na wyposażenie jednostek ochotniczej straży pożarnej w sprzęt niezbędny do przeciwdziałania i usuwania skutków klęsk żywiołowych.

7.1.4 Program LIFE

Program LIFE to jedyny instrument finansowy Unii Europejskiej poświęcony wyłącznie współfinansowaniu projektów z dziedziny ochrony i poprawy jakości środowiska oraz wpływu człowieka na klimat i dostosowania się do jego zmian. Jego głównym celem jest wspieranie procesu wdrażania

wspólnotowego prawa ochrony środowiska, realizacja unijnej polityki w tym zakresie, a także identyfikacja i promocja nowych rozwiązań dla problemów dotyczących środowiska w tym przyrody.

Program LIFE obejmuje 2 podprogramy:

1. Podprogram Środowisko – priorytety:
 - Ochrona środowiska i efektywne gospodarowanie zasobami
 - Przyroda i różnorodność biologiczna
 - Zarządzanie i informacja w zakresie środowiska
2. Podprogram Klimat – priorytety:
 - Łagodzenie skutków zmiany klimatu
 - Dostosowywanie się do skutków zmiany klimatu
 - Zarządzanie i informacja w zakresie klimatu

Dopuszczalne typy projektów to projekty demonstracyjne i pilotażowe, projekty dotyczące najlepszych praktyk oraz projekty informacyjne, dotyczące zwiększania świadomości i rozpowszechniania informacji.

W obszarze 1.1 Środowisko i zasoby – woda, mogą być finansowane działania obejmujące:

- planowanie i utworzenie na obszarach miejskich i wiejskich środków naturalnej retencji wody, które zwiększają infiltrację, magazynowanie wody oraz usuwają zanieczyszczenia przez procesy naturalne lub „podobne do naturalnych”, przez co przyczyniają się do osiągnięcia celów ramowej dyrektywy wodnej i dyrektywy powodziowej oraz zarządzania ryzykiem wystąpienia suszy w regionach ubogich w wodę.
- wspieranie zarządzania ryzykiem powodziowym i ryzykiem wystąpienia suszy przez a) zapobieganie zdarzeniom ekstremalnym i narzędzia ochrony wspierające politykę, gospodarowanie gruntami i zarządzanie sytuacjami wyjątkowymi; oraz b) zintegrowaną ocenę ryzyka i podejścia zarządcze oparte na odporności i podatności społecznej oraz zapewnienie akceptacji społecznej.

W obszarze 2.2. Dostosowanie się do zmian klimatu mogą być finansowane projekty przyczyniające się jednocześnie do adaptacji i łagodzenia zmian klimatu, a także ochrony przyrody i różnorodności biologicznej na obszarach miejskich.

Standardowe dofinansowanie projektu LIFE przez Komisję Europejską wynosi do 60% wartości kosztów kwalifikowanych, a w przypadku projektów przyrodniczych służących gatunkom i siedliskom priorytetowym do 75%. Polscy Wnioskodawcy mogą dodatkowo ubiegać się o współfinansowanie projektu ze środków krajowych NFOŚiGW uzupełniając montaż finansowy przedsięwzięcia nawet do 95% kosztów kwalifikowanych.

7.1.5 Program Infrastruktura i Środowisko 2014-2020

Program Infrastruktura i Środowisko 2014-2020 jest programem wspierający gospodarkę niskoemisyjną, ochronę środowiska, przeciwdziałanie i adaptację do zmian klimatu, transport i bezpieczeństwo energetyczny. Obszary wsparcia to: 1) rozwój infrastruktury środowiskowej; 2) dostosowanie do zmian klimatu; 3) ochrona i ograniczanie spadku różnorodności biologicznej; 4) poprawa jakości środowiska miejskiego.

W zależności od rodzaju podmiotu korzystającego ze wsparcia oraz specyfiki projektu różna jest struktura finansowania. Dofinansowane mogą być jedynie tzw. koszty kwalifikowane. Katalog takich kosztów określony jest dla każdego programu i typu projektu. Jeżeli pojawi się potrzeba zrealizowania działań, które nie znalazły się na liście kosztów kwalifikowanych, należy sfinansować je ze środków własnych. W części projektów finansowanych w programie Infrastruktura i Środowisko wymagane jest,

aby ich realizatorzy partycypowali w kosztach, wnosząc tzw. wkład własny. Zasada ta dotyczy projektów, w których występuje pomoc publiczna. Beneficjenci otrzymują dofinansowanie w formie: refundacji (wypłacane wsparcie stanowi zwrot całości lub części wydatków rzeczywiście poniesionych przez realizatora projektu i sfinansowanych z jego własnych środków) lub zaliczki wypłacanej na poczet planowanych wydatków.

Standardowe dofinansowanie projektu LIFE przez Komisję Europejską wynosi do 60% wartości kosztów kwalifikowanych, a w przypadku projektów przyrodniczych służących gatunkom i siedliskom priorytetowym do 75%. Polscy Wnioskodawcy mogą dodatkowo ubiegać się o współfinansowanie projektu ze środków krajowych NFOŚiGW uzupełniając montaż finansowy przedsięwzięcia nawet do 95% kosztów kwalifikowanych.

Program Infrastruktura i Środowisko 2014-2020

Program Infrastruktura i Środowisko 2014-2020 jest programem wspierający gospodarkę niskoemisyjną, ochronę środowiska, przeciwdziałanie i adaptację do zmian klimatu, transport i bezpieczeństwo energetyczny. Obszary wsparcia to: 1) rozwój infrastruktury środowiskowej; 2) dostosowanie do zmian klimatu; 3) ochrona i ograniczanie spadku różnorodności biologicznej; 4) poprawa jakości środowiska miejskiego.

W zależności od rodzaju podmiotu korzystającego ze wsparcia oraz specyfiki projektu różna jest struktura finansowania. Dofinansowane mogą być jedynie tzw. koszty kwalifikowane. Katalog takich kosztów określony jest dla każdego programu i typu projektu. Jeżeli pojawi się potrzeba zrealizowania działań, które nie znalazły się na liście kosztów kwalifikowanych, należy sfinansować je ze środków własnych. W części projektów finansowanych w programie Infrastruktura i Środowisko wymagane jest, aby ich realizatorzy partycypowali w kosztach, wnosząc tzw. wkład własny. Zasada ta dotyczy projektów, w których występuje pomoc publiczna. Beneficjenci otrzymują dofinansowanie w formie: refundacji (wypłacane wsparcie stanowi zwrot całości lub części wydatków rzeczywiście poniesionych przez realizatora projektu i sfinansowanych z jego własnych środków) lub zaliczki wypłacanej na poczet planowanych wydatków.

Środki własne gmin i Lasów Państwowych

W trakcie realizacji wskazana byłaby również współpraca z gminami: Rogoźnik, Psary oraz Nadleśnictwa Świerklaniec i Siewierz, zgodnie z prawem własności do gruntów objętych programem naprawczym. Podmioty te niewątpliwie skorzystają na realizacji działań naprawczych dzięki zwiększeniu walorów rekreacyjnych i turystycznych oraz poprawie stanu ekologicznego obszarów. Działania wspólne gmin mogą obejmować, oprócz działań na obszarze zlewni, działania edukacyjne. Szczególnie istotne są te, które nakierowane będą na komunikację ze środowiskiem wędkarskim oraz adresowane do rolników.

8. Wykaz materiałów źródłowych

2. Historia powstania zbiornika Rogoźnik I

Opoka E., 1971 „Zielone Płuca Zagłębia”, Trybuna Robotnicza, 27.05.1971
http://www.stowarzyszeniesiemoniaptp.cba.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=115&Itemid=108&limitstart=9 [dostęp: 10.10.2018].

Szymczyk A., 2001 Uwarunkowania siedliskowe sukcesji roślinności na wyrobiskach po eksploatacji piasku, Praca doktorska, Uniwersytet Śląski w Katowicach 2001.

3. Charakterystyka zlewni i zbiornika Rogoźnik I

Kondracki J., 2002, Geografia regionalna Polski, PWN, Warszawa.

Absalon D., Jankowski A.T., Leśniok M., 2001, Komentarz do Mapy Hydrograficznej Polski w skali 1:50000, ark. M-34-51-C (Siewierz), Główny Geodeta Kraju, Warszawa.

Karta Informacyjna JCWPd PLGW2000111, Państwowy Instytut Geologiczny, Państwowy Instytut Badawczy.

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 października 2016 r. w sprawie Planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły, Dz. U. 2016 Poz. 1911.

Matuszkiewicz W. 2012. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wydawnictwo naukowe PWN. Warszawa.

Mirek Z., Piękoś- Mirkowa H., Zając A., Zając M. 2002. Krytyczna lista roślin naczyniowych Polski. Instytut Botaniki PAN im. W. Szafera, Kraków.

Parusel J. B., Urbisz A. (red.). 2012. Czerwona lista roślin naczyniowych województwa śląskiego. – Raporty, Opinie 6(2): 105–177.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 października 2014 r. w sprawie ochrony gatunkowej roślin. Dz.U. 2014, poz. 1409.

Rutkowski L. Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski Niżowej. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.

Tokarska-Guzik B, Dajdok Z, Zając M, Zając A, Urbisz A, Danielewicz W, Hołdyński C. 2012 Rośliny obcego pochodzenia w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych. GDOŚ, Warszawa.

Zarzycki K., Trzcińska-Tacik H., Różański W., Szeląg Z., Wołek J., Korzeniak U. 2002. Ecological indicator values of Vascular plants of Poland. Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski. Polish Academy of Science. Institute of Botany, Kraków.

4. Zbiornik Rogoźnik I

Instrukcja gospodarowania wodą dla zbiorników Rogoźnik na potoku Jaworzniak, 2007, A. Tybura, B. Piotrowska, Gliwice, maj 2007.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie książki obiektu budowlanego. Dz. U. nr 120, poz. 1134.

Prawo budowlane, Dz. U. 1994 Nr 89 poz. 414.

Choiński A., 2007, *Limnologia Fizyczna Polski*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Adama Mickiewicza, Poznań, 548 s.

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.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi. Dz. U. 2016 poz. 1395.

5. Model zbiornika Rogoźnik I

CANS, 2018. Copernicus Atmosphere Monitoring Service Information (CAMS Radiation Service v3.0), <http://www.soda-pro.com/web-services/radiation/cams-radiation-service>.

Hipsey M.R., Antenucci J.P., Hamilton D., 2012. Computational Aquatic Ecosystem Dynamics Model: CAEDYM v3.2 Science Manual (DRAFT). Centre for Water Research, University of Western Australia. July 17, 2012.

Hodges B., Dallimore C., 2013. Estuary, Lake and Coastal Ocean Model: ELCOM v3.0 User Manual. Centre for Water Research, University of Western Australia. May 23, 2013.

Hodges B., Dallimore C., 2016. Aquatic Ecosystem Model: AEM3D v1.0 User Manual. HydroNumerics, October 7, 2016.

Stefan H.G., Preud'homme E.B., 1993. Stream temperature estimation from air temperature. *Water Resources Bulletin* 29(1): 27-45.

6. Analiza przyczynowo-skutkowa (D-P-S-I-R) stanu zbiornika Rogoźnik I

Baza Danych Lokalnych GUS <https://bdl.stat.gov.pl> [dostęp 20.11.2018].

Guidance Document No 3. Analysis of Pressures and Impacts. Produced by Working Group 2.1 – IMPRESS. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). European Communities, 2003.

Krzysztofiak L., Krzysztofiak A. 2015. Zwalczanie niecierpka gruczołowatego *Impatiens glandulifera* w Wigierskim Parku Krajobrazowym i w jego bezpośredniej otulinie. W: L. Krzysztofiak, A. Krzysztofiak (red.). *Zwalczanie inwazyjnych gatunków roślin obcego pochodzenia – dobre i złe doświadczenia*. Stowarzyszenie „Człowiek i Przyroda”, Krzywe: 75-88.

Obidziński A., Woziwoda B. 2016. Robinia akacja *Robinia pseudoacacia* L., ss. 106-120. [W:] A. Obidziński, E. Kołackowska, A. Otręba. 2016. *Metody zwalczania obcych gatunków roślin występujących na terenie Puszczy Kampinoskiej*. Wydawnictwo BioDar, Izabelin–Kraków.

Regulaminu Amatorskiego Połowu Ryb PZW, http://www.pzw.org.pl/pliki/prezentacje/3/wiadomosci/39226/pliki/rapr_2016_tekst_jednolity_po_zmianach_uchwala_204_zg_pzw_2608_2017.pdf [dostęp: 04.11.2018].

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. w sprawie ochrony osób fizycznych w związku z przetwarzaniem danych osobowych i w sprawie swobodnego przepływu takich danych oraz uchylenia dyrektywy 95/46/WE (ogólne rozporządzenie o ochronie danych). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679&from=PL> [dostęp: 09.08. 2018].

Rzętała M.A. 2014. Wybrane przemiany geomorfologiczne mis zbiorników wodnych i ocena zanieczyszczeń osadów zbiornikowych w warunkach zróżnicowanej antropopresji (na przykładzie regionu górnośląsko-zagłębiowskiego). Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach.

Tokarska-Guzik B, Dajdok Z, Zajęc M, Zajęc A, Urbisz A, Danielewicz W, Hołdyński C. 2012 Rośliny obcego pochodzenia w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych. GDOŚ, Warszawa.

Tokarska-Guzik B., Fojcik B., Bzdęga K., Urbisz A., Nowak T., Pasierbiński A., Dajdok Z. 2015. Wytyczne dotyczące zwalczania rdestowców na terenie Polski. Uniwersytet Śląski w Katowicach, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska. Ekspertyza na zlecenie Generalnego Dyrektora Ochrony Środowiska, ss. 211. [+ Załączniki 1,2,3] www.gdos.gov.pl/igo [dostęp: 10.10.2018].

Tokarska-Guzik B., Fojcik B., Bzdęga K., Urbisz A., Nowak T., Pasierbiński A., Dajdok Z. 2017. Inwazyjne gatunki z rodzaju rdestowiec *Reynoutria* spp. w Polsce – biologia, ekologia i metody zwalczania. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego. Katowice.

Ustawa o ochronie danych osobowych. Dz.U. 2018 poz. 1000, z dnia 10 maja 2018 r.

Woziwoda B., Obidziński A. 2016. Dąb czerwony *Quercus rubra* L., ss. 89-97. W: A. Obidziński, E. Kończakowska, A. Otręba. 2016. Metody zwalczania obcych gatunków roślin występujących na terenie Puszczy Kampinoskiej. Wydawnictwo BioDar, Izabelin–Kraków.

Wskazówki Prezesa Urzędu Ochrony Danych Osobowych dotyczące wykorzystywania monitoringu wizyjnego. Czerwiec 2018. <https://uodo.gov.pl/pl/138/354> [dostęp:09.08.2018].

8. Możliwości finansowania działań naprawczych

Lista przedsięwzięć priorytetowych planowanych do dofinansowania ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach na 2019 rok została zatwierdzona uchwałą Rady Nadzorczej nr 172/2018 z dnia 06.07.2018 roku. https://www.wfosigw.katowice.pl/files/lipiec18/Lista_2019.pdf [dostęp: 09.09.2018].