

***Interpretacja wyników monitoringu operacyjnego,
ocena stanu chemicznego oraz przygotowanie opracowania o stanie
chemicznym jednolitych części wód podziemnych zagrożonych
nieosiągnięciem dobrego stanu według danych z 2015 r.***

Zadanie nr 6

ETAP II

Wykonano w ramach realizacji umowy nr 15/2015/F z dnia 12.05.2015 r.,
pt. *Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych
w dorzeczach w latach 2015–2018*

Kierownik zadania

.....
mgr Dorota Palak–Mazur
upr. geol. V–1618

Warszawa, lipiec 2016 r.



Sfinansowano ze środków
Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

ZAMAWIAJĄCY:



GLÓWNY INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA,
00-922 Warszawa, ul. Wawelska 52/54

WYKONAWCA:



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY,
00-975 Warszawa, ul. Rakowiecka 4

Państwowa Służba Hydrogeologiczna

PROGRAM ZAGROŻENIA I OCHRONA WÓD PODZIEMNYCH (HZO-192)

Zespół autorski:

mgr Dorota Palak-Mazur – Kierownik tematu

mgr Anna Kostka

mgr Anna Kuczyńska

mgr Karolina Ścibior

SPIIS TREŚCI

SPIS RYSUNKÓW	5
SPIS TABEL	9
SPIS ZAŁĄCZNIKÓW	13
1. WSTĘP I CEL PRACY	15
2. PODSTAWY PRAWNE I METODYCZNE OCENY STANU CHEMICZNEGO JCWPD ZAGROŻONYCH NIEOSIĄGNIĘCIEM STANU DOBREGO	16
2.1. PRZEPISY PRAWNE	16
2.2. WYBÓR JCWPD DO OCENY STANU CHEMICZNEGO WG DANYCH Z 2015 ROKU	17
2.3. ZAKRES DANYCH WYKORZYSTANYCH DO OCENY	18
3. METODYKA BADAŃ TERENOWYCH I LABORATORYJNYCH	19
3.1. BADANIA TERENOWE – MONITORING OPERACYJNY 2015	19
3.2. BADANIA LABORATORYJNE – MONITORING OPERACYJNY 2015	19
4. KONTROLA JAKOŚCI BADAŃ TERENOWYCH I LABORATORYJNYCH	25
4.1. TERENOWY PROGRAM KONTROLI JAKOŚCI DANYCH CHEMICZNYCH – MONITORING OPERACYJNY 2015	25
4.1.1. ANALIZA PRÓBEK ZEROWYCH – PRAKTYCZNA GRANICA OZNACZALNOŚCI	26
4.1.2. ANALIZA PRÓBEK DUBLOWANYCH – OCENA PRECYZJI OZNACZEŃ WSKAŹNIKÓW CHEMICZNYCH JAKOŚCI WÓD	28
4.1.3. PODSUMOWANIE TERENOWEGO PROGRAMU KONTROLI JAKOŚCI	30
4.2. OCENA JAKOŚCI WYNIKÓW ANALIZ CHEMICZNYCH WÓD PODZIEMNYCH NA PODSTAWIE BILANSU JONOWEGO WODY	31
5. METODYKA INTERPRETACJI WYNIKÓW	32
5.1. KLASYFIKACJA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH W PUNKTACH POMIAROWYCH	32
5.2. OCENA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH W ODNIESIENIU DO POSZCZEGÓLNYCH WSKAŹNIKÓW FIZYCZNO-CHEMICZNYCH	33
5.3. OCENA STOPNIA ZANIECZYSZCZENIA WÓD PODZIEMNYCH AZOTANAMI	34
5.4. OCENA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH W PUNKTACH POMIAROWYCH NA PODSTAWIE WYNIKÓW OZNACZEŃ WSKAŹNIKÓW ORGANICZNYCH	34
5.5. OCENA STANU CHEMICZNEGO JCWPD ZAGROŻONYCH NIEOSIĄGNIĘCIEM DOBREGO STANU – TEST C.1 – OGÓLNA OCENA STANU CHEMICZNEGO	34
6. OCENA STANU CHEMICZNEGO JEDNOLITYCH CZĘŚCI WÓD PODZIEMNYCH WG DANYCH Z 2015 ROKU	37
6.1. OCENA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH W PUNKTACH POMIAROWYCH	37
6.2. OCENA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH W ODNIESIENIU DO POSZCZEGÓLNYCH WSKAŹNIKÓW FIZYCZNO-CHEMICZNYCH	39
6.3. OCENA STOPNIA ZANIECZYSZCZENIA WÓD PODZIEMNYCH AZOTANAMI	52
6.4. OCENA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH W PUNKTACH POMIAROWYCH NA PODSTAWIE WYNIKÓW OZNACZEŃ WSKAŹNIKÓW ORGANICZNYCH	54
6.5. OCENA STANU CHEMICZNEGO JCWPD ZAGROŻONYCH NIEOSIĄGNIĘCIEM DOBREGO STANU	54
7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI	173
8. LITERATURA	179

SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1. Rozkład błędu analizy na podstawie bilansu jonowego wody dla 370 analiz próbek wód podziemnych	31
Rysunek 2. Liczba punktów monitoringowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego wg danych z 2015 r., z podziałem na klasy jakości I–V, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody	38
Rysunek 3. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości pomiarów odczynu pH	42
Rysunek 4. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń ogólnego węgla organicznego	42
Rysunek 5. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń jonu amonowego	42
Rysunek 6. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń azotanów	44
Rysunek 7. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń żelaza	44
Rysunek 8. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń manganu	44
Rysunek 9. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń niklu	45
Rysunek 10. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń cynku	46
Rysunek 11. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń arsenu	46
Rysunek 12. Klasy jakości wód podziemnych w 355 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń fosforanów	46
Rysunek 13. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń potasu	48
Rysunek 14. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń sodu	48
Rysunek 15. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń chlorków	48
Rysunek 16. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń siarczanów	50
Rysunek 17. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń wapnia	50
Rysunek 18. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń wodorowęglanów	50
Rysunek 19. Analiza wskaźników w odniesieniu do wartości progowej stanu dobrego oraz 75% wartości progowej stanu dobrego	51
Rysunek 20. Klasy jakości wód podziemnych wg RMS z 21 grudnia 2015, w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń azotanów	52
Rysunek 21. Liczba punktów pomiarowych w poszczególnych przedziałach wartości stężeń azotanów, w odniesieniu do wytycznych Komisji Europejskiej (2011), w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r.	53
Rysunek 22. Profile geologiczne i ich lokalizacja w obrębie JCWPd nr 1. Źródło: PSH	57
Rysunek 23. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 1	57
Rysunek 24. Profile geologiczne i ich lokalizacja w obrębie JCWPd nr 2. Źródło: PSH	60
Rysunek 25. Schemat przepływu wód podziemnych w JCWPd nr 2. Źródło: PSH	61

Rysunek 26. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 12. Źródło: PSH.....	63
Rysunek 27. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 12. Źródło: PSH	64
Rysunek 28. Profil geologiczny i jego lokalizacja JCWPd nr 14. Źródło: PSH	66
Rysunek 29. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 14. Źródło: PSH	66
Rysunek 30. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 15. Źródło: PSH.....	69
Rysunek 31. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 15. Źródło: PSH	69
Rysunek 32. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 16. Źródło: PSH.....	72
Rysunek 33. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 16. Źródło: PSH	72
Rysunek 34. Profil geologiczny i jego lokalizacja w JCWPd nr 17. Źródło: PSH.....	74
Rysunek 35. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 17. Źródło: PSH	75
Rysunek 36. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 25. Źródło: PSH.....	77
Rysunek 37. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 25. Źródło: PSH	78
Rysunek 38 Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 26. Źródło: PSH	80
Rysunek 39. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 26. Źródło: PSH	81
Rysunek 40. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 36. Źródło: PSH.....	83
Rysunek 41. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 36 (część zachodnia). Źródło: PSH.....	83
Rysunek 42. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 36 (część wschodnia). Źródło: PSH	84
Rysunek 43. Profil geologiczny i jego lokalizacja w JCWPd nr 38	86
Rysunek 44. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 38. Źródło: PSH	86
Rysunek 45. Profil geologiczny i jego lokalizacja w JCWPd nr 39	88
Rysunek 46. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 39. Kierunek W–E. Źródło: PSH	88
Rysunek 47. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 43	90
Rysunek 48. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 43. Źródło: PSH	91
Rysunek 49. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 47	94
Rysunek 50. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 47. Źródło: PSH	94
Rysunek 51. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd 49	96
Rysunek 52. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 49. Źródło: PSH	96
Rysunek 53. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 62	98
Rysunek 54. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 62. Źródło: PSH	99
Rysunek 55. Profil geologiczny i jego lokalizacja w JCWPd nr 64	102
Rysunek 56. Schemat przepływu wód podziemnych w JCWPd nr 64. Źródło: PSH.....	102
Rysunek 57. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 69	104
Rysunek 58. Schemat przepływu wód podziemnych w JCWPd nr 69. Źródło: PSH.....	105
Rysunek 59. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 73	107
Rysunek 60. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 73. Źródło: PSH	107
Rysunek 61. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 74	110
Rysunek 62. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 74. Źródło: PSH	110
Rysunek 63. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 85	113
Rysunek 64. Schematy przepływu wód podziemnych w obrębie JCWPd nr 85.....	114
Rysunek 65. Profile geologiczne i ich lokalizacja JCWPd nr 88.....	116
Rysunek 66. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 88. Źródło: PSH	117

Rysunek 67. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 89	119
Rysunek 68. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 89. Źródło: PSH	119
Rysunek 69. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 92	121
Rysunek 70. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 92. Źródło: PSH	121
Rysunek 71. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 94	124
Rysunek 72. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 94. Źródło: PSH	124
Rysunek 73. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 96	127
Rysunek 74. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 96. Źródło: PSH	128
Rysunek 75. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 101	130
Rysunek 76. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 101. Źródło: PSH	131
Rysunek 77. Profil geologiczny i jego lokalizacja w JCWPd nr 105	133
Rysunek 78. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 105. Źródło: PSH	134
Rysunek 79. Profil geologiczny i jego lokalizacja w JCWPd nr 116	137
Rysunek 80. Schemat przepływu wód podziemnych w JCWPd nr 116. Źródło: PSH	137
Rysunek 81. Profile geologiczne i ich występowanie w JCWPd nr 122	140
Rysunek 82. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 122. Źródło: PSH	140
Rysunek 83. Profile geologiczne i ich występowanie w JCWPd nr 123	142
Rysunek 84. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 123. Źródło: PSH	142
Rysunek 85. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 126	144
Rysunek 86. Schemat przepływu wód podziemnych w JCWPd nr 126. Źródło: PSH	144
Rysunek 87. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 128	146
Rysunek 88. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 128. Źródło: PSH	147
Rysunek 89. Profile geologiczne i ich lokalizacja w obrębie JCWPd nr 130. Źródło: PSH	149
Rysunek 90. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 130. Źródło: PSH	150
Rysunek 91. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 132	152
Rysunek 92. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 132. Źródło: PSH	153
Rysunek 93. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 134	155
Rysunek 94. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 134. Źródło: PSH	156
Rysunek 95. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 134. Źródło: PSH	156
Rysunek 96. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 141	158
Rysunek 97. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 141. Źródło: PSH	159
Rysunek 98. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 142. Źródło PSH	161
Rysunek 99. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 141. Źródło: PSH	161
Rysunek 100. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 146	164
Rysunek 101. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 146. Źródło: PSH	164
Rysunek 102. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 146. Źródło PSH	166
Rysunek 103. Schemat przepływu wód podziemnych w JCWPd nr 147. Źródło PSH	167
Rysunek 104. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 148	169
Rysunek 105. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 148. Źródło: PSH	169
Rysunek 106. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 161. Źródło: PSH	171
Rysunek 107. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 161. Źródło: PSH	171

SPIS TABEL

Tabela 1. Zestawienie parametrów technicznych mierników terenowych użytych podczas monitoringu operacyjnego w 2015 r.	19
Tabela 2. Wykaz elementów fizyczno-chemicznych oznaczanych podczas badań monitoringu operacyjnego 2015 r. wraz z opisem stosowanych metod badań laboratoryjnych oraz ich granic wykrywalności i oznaczalności	22
Tabela 3. Liczba pobranych próbek wód podziemnych w ramach monitoringu operacyjnego 2015.....	26
Tabela 4. Granice oznaczalności LOQ i praktyczne granice oznaczalności LQ obliczone na podstawie wyników oznaczeń w próbkach zerowych terenowych i transportowych, pobranych w ramach monitoringu operacyjnego w 2015 r.	27
Tabela 5. Wariancja całkowita, hydrogeochemiczna i techniczna obliczone metodą klasyczną ANOVA oraz udziały procentowe w wariancji całkowitej – monitoring operacyjny 2015.....	29
Tabela 6. Przedziały wartości stężeń do określania wód zanieczyszczonych azotanami zgodnie z Dyrektywą Azotanową 91/676/CEE i poradnikiem „Nitrates’ directive 91/676/CEE. Status and trends of aquatic environment and agricultural practice”	34
Tabela 7. Wartości graniczne stężeń azotanów w klasach jakości wód podziemnych wg RMŚ z dn. 21 grudnia 2015 r.....	34
Tabela 8. Wyniki klasyfikacji jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych monitoringu wód podziemnych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r.	38
Tabela 9. Liczba punktów oraz procentowy udział punktów w klasach jakości I–V, w odniesieniu do poszczególnych wskaźników fizyczno-chemicznych na podstawie badań w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu JCWPd wg danych z 2015 r.	40
Tabela 10. Wyniki klasyfikacji jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych monitoringu wód podziemnych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., wg wartości stężeń azotanów.....	52
Tabela 11. Wyniki badań stężenia azotanów NO ₃ w punktach pomiarowych monitoringu wód podziemnych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., wg wytycznych Komisji Europejskiej (2011)	53
Tabela 12. Charakterystyka JCWPd nr 1	57
Tabela 13. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 1	59
Tabela 14. Charakterystyka JCWPd nr 2	61
Tabela 15. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 2	62
Tabela 16. Charakterystyka JCWPd nr 12	64
Tabela 17. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 12	65
Tabela 18. Charakterystyka JCWPd nr 14	67
Tabela 19. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 14	68
Tabela 20. Charakterystyka JCWPd nr 15	69
Tabela 21. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 15	70
Tabela 22. Charakterystyka JCWPd nr 16	72
Tabela 23. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 16	74
Tabela 24. Charakterystyka JCWPd nr 17	75
Tabela 25. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 17	76
Tabela 26. Charakterystyka JCWPd nr 25	78
Tabela 27. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 25	79
Tabela 28. Charakterystyka JCWPd nr 26	81
Tabela 29. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 26	82
Tabela 30. Charakterystyka JCWPd nr 36	84
Tabela 31. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 36	85
Tabela 32. Charakterystyka JCWPd nr 38	87

Tabela 33. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 38	87
Tabela 34. Charakterystyka JCWPd nr 39	88
Tabela 35. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 39	89
Tabela 36. Charakterystyka JCWPd nr 43	91
Tabela 37. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 43	92
Tabela 38. Charakterystyka JCWPd nr 47	94
Tabela 39. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 47	95
Tabela 40. Charakterystyka JCWPd nr 49	96
Tabela 41. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 49	97
Tabela 42. Charakterystyka JCWPd nr 62	99
Tabela 43. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 62	100
Tabela 44. Charakterystyka JCWPd nr 64	102
Tabela 45. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 64	103
Tabela 46. Charakterystyka nr JCWPd nr 69	105
Tabela 47. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 69	106
Tabela 48. Charakterystyka JCWPd nr 73	107
Tabela 49. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 73	108
Tabela 50. Charakterystyka JCWPd nr 74	110
Tabela 51. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 74	111
Tabela 52. Charakterystyka nr JCWPd nr 85	114
Tabela 53. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 85	115
Tabela 54. Charakterystyka JCWPd nr 88	117
Tabela 55. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 88	118
Tabela 56. Charakterystyka JCWPd nr 89	119
Tabela 57. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 89	120
Tabela 58. Charakterystyka JCWPd nr 92	121
Tabela 59. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 92	122
Tabela 60. Charakterystyka JCWPd nr 94	125
Tabela 61. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 94	126
Tabela 62. Charakterystyka JCWPd nr 96	128
Tabela 63. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 96	129
Tabela 64. Charakterystyka JCWPd nr 101	131
Tabela 65. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 101	132
Tabela 66. Charakterystyka JCWPd nr 105	134
Tabela 67. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 105	135
Tabela 68. Charakterystyka JCWPd nr 116	137
Tabela 69. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 116	138
Tabela 70. Charakterystyka JCWPd nr 122	140
Tabela 71. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 122	141
Tabela 72. Charakterystyka JCWPd nr 123	142
Tabela 73. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 123	143

Tabela 74. Charakterystyka JCWPd nr 126	144
Tabela 75. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 126	145
Tabela 76. Charakterystyka JCWPd nr 128	147
Tabela 77. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 128	148
Tabela 78. Charakterystyka JCWPd nr 130	150
Tabela 79. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 130	151
Tabela 80. Charakterystyka JCWPd nr 132	153
Tabela 81. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 132	154
Tabela 82. Charakterystyka JCWPd nr 134	157
Tabela 83. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 134	157
Tabela 84. Charakterystyka JCWPd nr 141	159
Tabela 85. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 141	160
Tabela 86. Charakterystyka JCWPd nr 142	162
Tabela 87. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 142	162
Tabela 88. Charakterystyka JCWPd nr 146	164
Tabela 89. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 146	165
Tabela 90. Charakterystyka JCWPd nr 147	167
Tabela 91. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 147	167
Tabela 92. Charakterystyka JCWPd nr 148	169
Tabela 93. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 148	170
Tabela 94. Charakterystyka JCWPd nr 161	172
Tabela 95. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 161	172

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

- Załącznik 1. Wykaz JCWPd zakwalifikowanych do przeprowadzenia oceny stanu chemicznego według danych z 2015 r.
- Załącznik 2. Wykaz punktów pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r.
- Załącznik 3. Lokalizacja punktów pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r. (mapa)
- Załącznik 4. Wyniki analiz oraz klasy jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r.
- Załącznik 5. Klasy jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego wybranych JCWPd wg danych z 2015 r. (mapa)
- Załącznik 5.1. Klasy jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych opróbowanych w 2015 r. do oceny stanu chemicznego wybranych JCWPd, wg wartości pomiarów odczynu pH (mapa)
- Załącznik 5.2. Klasy jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych opróbowanych w 2015 r. do oceny stanu chemicznego wybranych JCWPd, wg wartości stężeń ogólnego węgla organicznego (TOC) (mapa)
- Załącznik 5.3. Klasy jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych opróbowanych w 2015 r. do oceny stanu chemicznego wybranych JCWPd, wg wartości stężeń jonu amonowego (mapa)
- Załącznik 5.4. Klasy jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych opróbowanych w 2015 r. do oceny stanu chemicznego wybranych JCWPd, wg wartości stężeń arsenu (mapa)
- Załącznik 5.5. Klasy jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych opróbowanych w 2015 r. do oceny stanu chemicznego wybranych JCWPd, wg wartości stężeń azotanów (mapa)
- Załącznik 5.6. Klasy jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych opróbowanych w 2015 r. do oceny stanu chemicznego wybranych JCWPd, wg wartości stężeń azotynów (mapa)
- Załącznik 5.7. Klasy jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych opróbowanych w 2015 r. do oceny stanu chemicznego JCWPd, wg wartości stężeń chlorków (mapa)
- Załącznik 5.8. Klasy jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych opróbowanych w 2015 r. do oceny stanu chemicznego wybranych JCWPd, wg wartości stężeń fosforanów (mapa)
- Załącznik 5.9. Klasy jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych opróbowanych w 2015 r. do oceny stanu chemicznego wybranych JCWPd, wg wartości stężeń manganu (mapa)
- Załącznik 5.10. Klasy jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych opróbowanych w 2015 r. do oceny stanu chemicznego wybranych JCWPd, wg wartości stężeń niklu (mapa)
- Załącznik 5.11. Klasy jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych opróbowanych w 2015 r. do oceny stanu chemicznego wybranych JCWPd, wg wartości stężeń potasu (mapa)
- Załącznik 5.12. Klasy jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych opróbowanych w 2015 r. do oceny stanu chemicznego wybranych JCWPd, wg wartości stężeń siarczanów (mapa)
- Załącznik 5.13. Klasy jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych opróbowanych w 2015 r. do oceny stanu chemicznego wybranych JCWPd, wg wartości stężeń sodu (mapa)

- Załącznik 5.14. Klasy jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych opróbowanych w 2015 r. do oceny stanu chemicznego wybranych JCWPd, wg wartości stężeń wapnia (mapa)
- Załącznik 5.15. Klasy jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych opróbowanych w 2015 r. do oceny stanu chemicznego wybranych JCWPd, wg wartości stężeń wodorowęglanów (mapa)
- Załącznik 5.16. Klasy jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych opróbowanych w 2015 r. do oceny stanu chemicznego wybranych JCWPd, wg wartości stężeń żelaza (mapa)
- Załącznik 5.17. Klasy jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych opróbowanych w 2015 r. do oceny stanu chemicznego wybranych JCWPd, wg wartości stężeń cynku (mapa)
- Załącznik 6. Test C.1. – ogólna ocena stanu chemicznego JCWPd zagrożonych nieosiągnięciem stanu dobrego, wg danych z 2015 r., w podziale na 161 JCWPd (tabela)
- Załącznik 7. Ocena stanu chemicznego JCWPd zagrożonych nieosiągnięciem stanu dobrego na podstawie testu C.1, wg danych z 2015 r. (mapa)
- Załącznik 8. Zestawienie ocen stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych w latach 2010–2015 (tabela)
- Załącznik 9. Wyniki oznaczeń wskaźników organicznych w punktach pomiarowych opróbowanych w 2015 r.

1. WSTĘP I CEL PRACY

Niniejsze opracowanie zostało przygotowane na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (GIOŚ) w Warszawie, zgodnie z umową nr 15/2015/F z dnia 12 maja 2015 r., w ramach projektu „Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach w latach 2015–2018” i dotyczy oceny stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych (JCWPd) zagrożonych nieosiągnięciem dobrego stanu.

Zgodnie z zakresem Zadania nr 6, Etap II, ustalonym na 2016 r., celem niniejszej pracy jest analiza danych dotyczących jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych monitoringu stanu chemicznego wód podziemnych, funkcjonującego w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ), wytypowanych do monitoringu operacyjnego w 2015 roku oraz ocena stanu chemicznego w reprezentowanych przez te punkty jednolitych częściach wód podziemnych (JCWPd).

Szczegółowy zakres opracowania został sprecyzowany w zapisie umowy 15/2015/F z dnia 12 maja 2015 r. następująco:

„Ocena stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych zagrożonych nieosiągnięciem dobrego stanu wykonana będzie na podstawie wyników analiz z monitoringu operacyjnego w latach 2015 (w podziale na 161 JCWPd) i 2017 (w podziale na 172 JCWPd). Opracowanie polegać będzie na odniesieniu wyników monitoringu do oceny stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych reprezentowanych przez badane punkty pomiarowe. Wynikiem tej analizy będzie klasyfikacja wód podziemnych w punkcie w zakresie jakości wód (klasy I–V). Po przeprowadzeniu agregacji wyników oznaczeń dla każdego z badanych parametrów we wszystkich punktach w obrębie JCWPd, wykonana zostanie ocena stanu chemicznego wód podziemnych dla obszaru każdej analizowanej jednolitej części wód podziemnych, z podaniem przyczyn zagrożenia nieosiągnięcia dobrego stanu, zgodnie z założeniami metodycznymi realizacji testu C.1 – Ogólna ocena stanu chemicznego wód podziemnych. W opracowaniu wykorzystane zostaną dane z sieci monitoringu systemu PMŚ oraz informacje wytworzone przez państwową służbę hydrogeologiczną (dostępne schematy warunków hydrogeologicznych i modele koncepcyjne). Ocena stanu chemicznego wód podziemnych przedstawiona będzie w postaci graficznej i tabelarycznej. Zaprezentowane zostaną mapy z oceną stanu chemicznego JCWPd oraz mapy z wyznaczonymi klasami jakości w punktach pomiarowych. Dane te zostaną przedstawione również w wersji tabelarycznej”.

Ocena stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych zagrożonych nieosiągnięciem dobrego stanu została przeprowadzona zgodnie z wytycznymi zawartymi w opracowaniu „Adaptacja metodyk przedstawionych w poradnikach UE dotyczących oceny stanu chemicznego i ilościowego wód podziemnych; opracowanie procedur i "makr" dla przeprowadzenia analiz, obliczeń i ocen” (Kuczyńska i in., 2013a).

2. PODSTAWY PRAWNE I METODYCZNE OCENY STANU CHEMICZNEGO JCWPd ZAGROŻONYCH NIEOSIĄGNIĘCIEM STANU DOBREGO

2.1. PRZEPISY PRAWNE

Wstąpienie Polski do Unii Europejskiej spowodowało konieczność podjęcia szeregu prac i działań wynikających z ustawodawstwa europejskiego i unijnej polityki wodnej. Podstawowymi europejskimi aktami dotyczącymi wód podziemnych są Ramowa Dyrektywa Wodna (RDW) 2000/60/WE, uchwalona 23 października 2000 r. oraz Dyrektywa Wód Podziemnych (DWP) 2006/118/WE, uchwalona 12 grudnia 2006 r., które ustanawiają ramy wspólnotowego działania w dziedzinie zrównoważonej polityki wodnej i ochrony zasobów wodnych.

Kluczowym elementem wdrażania polityki wodnej w kraju jest ciągła analiza i ocena stanu wód podziemnych przez kraje członkowskie w celu ochrony i sukcesywnej poprawy zasobów wodnych Polski i Europy. W celu spełnienia powyższych wymogów dotyczących oceny stanu jakości wód podziemnych, Ramowa Dyrektywa Wodna nałożyła na Państwa Członkowskie obowiązek prowadzenia monitoringu stanu chemicznego wód podziemnych, którego szczegółowy cel, zakres oraz częstotliwość określa Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 15 listopada 2011 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych (Dz. U. Nr 258 poz. 1550, z późniejszymi zmianami). Zgodnie z tym rozporządzeniem wyróżnia się trzy rodzaje monitoringu stanu chemicznego wód podziemnych, tj. monitoring diagnostyczny, operacyjny i badawczy. Różnica pomiędzy poszczególnymi rodzajami monitoringu wynika z różnicy celów dla nich określonych, a mianowicie:

- **Monitoring diagnostyczny** jednolitych części wód podziemnych prowadzony jest w celu oceny wpływu oddziaływań wynikających z działalności człowieka oraz długoterminowych zmian wynikających zarówno z warunków naturalnych, jak i oddziaływań antropogenicznych. Monitoring diagnostyczny prowadzi się w Polsce raz w danym roku z częstotliwością co najmniej co 3 lata – dla wód podziemnych o zwierciadle swobodnym i co najmniej co 6 lat – dla wód podziemnych o zwierciadle napiętym. Służy on ogólnej ocenie stanu jakości wód na terytorium kraju. Najbliższy monitoring diagnostyczny realizowany jest w 2016 r.
- **Monitoring operacyjny** jednolitych części wód podziemnych prowadzony jest w celu oceny stanu chemicznego wszystkich JCWPd uznanych za zagrożone niespełnieniem określonych dla nich celów środowiskowych oraz stwierdzenia obecności długoterminowych tendencji wzrostowych stężenia wszelkich zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego. Monitoringiem operacyjnym objęte są te JCWPd, które zarówno w procesie wstępnej oceny stanu chemicznego (wykonanej w 2005 r.), jak i kolejnych, zostały uznane za zagrożone nieosiągnięciem dobrego stanu w 2015 r. lub stwierdzono w nich słaby stan chemiczny lub/i ilościowy. Zgodnie z harmonogramem Państwowego Monitoringu Środowiska 2013–2015, monitoring operacyjny przeprowadzony został w 2015 r., a kolejna tura zrealizowana będzie w roku 2017 (harmonogram Państwowego Monitoringu Środowiska 2016–2020).
- **Monitoring badawczy** jednolitych części wód podziemnych może być ustanowiony w odniesieniu do pojedynczej JCWPd lub jej fragmentu w celu wyjaśnienia przyczyn nieosiągnięcia określonych dla niej celów środowiskowych, których wyjaśnienie nie jest możliwe na podstawie danych oraz informacji uzyskanych w wyniku pomiarów i badań prowadzonych w ramach monitoringu diagnostycznego i operacyjnego. Ponadto, monitoring badawczy wprowadza się w celu wyjaśnienia przyczyn niespełnienia celów środowiskowych przez daną

JCWPd, jeśli z monitoringu diagnostycznego wynika, że wyznaczone cele środowiskowe nie zostaną osiągnięte, i gdy nie rozpoczęto realizacji monitoringu operacyjnego stanu chemicznego dla tej JCWPd. Monitoring badawczy wprowadza się również w sytuacji przypadkowego zanieczyszczenia JCWPd w celu zidentyfikowania zasięgu przestrzennego oraz poziomu stężeń zanieczyszczeń.

W odniesieniu do sposobu klasyfikacji jakości wód podziemnych w Polsce, Europejskie wymogi dotyczące oceny stanu jednolitych części wód podziemnych zostały transponowane do prawodawstwa krajowego poprzez Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2016, poz. 85).

2.2. WYBÓR JCWPd DO OCENY STANU CHEMICZNEGO WG DANYCH Z 2015 ROKU

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 15 listopada 2011 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych (Dz. U. nr 258, poz. 1550, z późniejszymi zmianami), monitoring operacyjny jednolitych części wód podziemnych ustanowiony został w celu ustalenia oceny stanu chemicznego wszystkich JCWPd uznanych za zagrożone niespełnieniem określonych dla nich celów środowiskowych oraz stwierdzenia obecności znaczących i utrzymujących się trendów wzrostu stężenia wszelkich zanieczyszczeń spowodowanych oddziaływaniami antropogenicznymi. Według zapisów powyższego rozporządzenia, monitoring operacyjny stanu chemicznego JCWPd prowadzi się dla jednolitych części wód podziemnych uznanych, na podstawie monitoringu diagnostycznego oraz oceny wpływu oddziaływań, za zagrożone niespełnieniem określonych dla nich celów środowiskowych.

Wybór JCWPd wytypowanych do monitoringu operacyjnego 2015, zgodnie z zapisami umowy 15/2015/F (zadanie 1), został uzgodniony z Zamawiającym. Kryteria wyboru punktów i JCWPd, wytypowanych do opróbowania w ramach monitoringu operacyjnego 2015 były następujące:

- opróbowanie JCWPd określonych jako zagrożone w aktualnie obowiązujących planach gospodarowania wodami;
- opróbowanie JCWPd, których stan chemiczny w poprzednich latach został określony jako słaby;
- opróbowanie JCWPd, w których w poprzednich latach stwierdzono przekroczenie 75% wartości progowej stanu dobrego (TV);
- opróbowanie JCWPd, na których możliwe jest ryzyko występowania antropopresji, o negatywnym wpływie na wody podziemne;
- opróbowanie punktów na terenie, lub w bezpośrednim sąsiedztwie, obszarów szczególnie narażonych na zanieczyszczenia związkami azotu pochodzenia rolniczego (OSN).

Ze względu na ograniczoną liczbę punktów możliwych do opróbowania w ramach monitoringu operacyjnego 2015 (zgodnie z zapisami umowy nr 15/2015/F – ok. 300 punktów), spełnienie wszystkich wyżej wymienionych kryteriów było trudne do zrealizowania.

Na podstawie wyników oceny stanu chemicznego JCWPd z poprzednich lat, informacji o zagrożeniu jednostek z planów gospodarowania wodami, danych o presji oraz liczby punktów opróbowanych w 2015 r. w ramach monitoringu operacyjnego (umowa między PIG-PIB a GIOŚ) oraz innych zadań PSH, przeprowadzono selekcję JCWPd, które ostatecznie zakwalifikowano do przeprowadzenia oceny stanu wg danych z 2015 r. Łącznie, do oceny stanu chemicznego według danych z roku 2015 zakwalifikowano 42 jednolite części wód podziemnych. Szczegółowe kryteria wyboru poszczególnych jednostek przedstawiono w rozdziale 6.5 oraz w Załączniku 1.

2.3. ZAKRES DANYCH WYKORZYSTANYCH DO OCENY

Podstawowym źródłem danych wykorzystanych w niniejszym opracowaniu były wyniki oznaczeń wskaźników fizyczno-chemicznych w próbkach wód podziemnych pobranych z 311 punktów sieci monitoringu stanu chemicznego, w ramach monitoringu operacyjnego w 2015 r. Monitoring ten został przeprowadzony przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, na zlecenie GIOŚ, w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (Umowa 15/2015/F). Monitoring operacyjny w 2015 r. został przeprowadzony w jednej serii pomiarowej (jesienią).

Spośród 311 punktów opróbowanych w ramach monitoringu operacyjnego, 37 punktów zostało opróbowanych jedynie na potrzeby raportu dotyczącego zanieczyszczenia wód podziemnych związkami azotu pochodzenia rolniczego. Ponieważ punkty te zlokalizowane są poza obszarem JCWPd wytypowanych do oceny stanu wg danych z 2015 r., dane te nie zostały wykorzystane w niniejszym raporcie. Na potrzeby przeprowadzenia oceny stanu wód podziemnych zakwalifikowano dane z 274 punktów pomiarowych, opróbowanych w ramach monitoringu operacyjnego w 2015 r., zlokalizowanych na obszarze JCWPd wytypowanych do oceny.

Dodatkowo, do oceny stanu chemicznego omawianych jednolitych części wód podziemnych, wykorzystano wyniki badań zgromadzone przez państwową służbę hydrogeologiczną (PSH) w ramach kontroli stanu technicznego punktów sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych, monitoringu badawczego oraz wierceń nowych punktów pomiarowych sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych. Spośród wszystkich 680 punktów opróbowanych przez PIG-PIB w ramach innych zadań państwowej służby hydrogeologicznej w 2015 roku, na potrzeby niniejszego raportu wykorzystano wyniki 96 analiz fizyczno-chemicznych z 94 punktów monitoringowych znajdujących się w granicach jednolitych części wód podziemnych zakwalifikowanych do oceny stanu w niniejszym opracowaniu.

Podsumowując, do oceny stanu chemicznego JCWPd według danych z 2015 r. wykorzystano dane łącznie z 366 punktów pomiarowych, opróbowanych w ramach monitoringu operacyjnego oraz innych zadań państwowej służby hydrogeologicznej. Wszystkie dane źródłowe sprawdzono pod względem poprawności wykonania analiz chemicznych próbek wód, poprzez obliczenie błędu analizy na podstawie bilansu jonowego. Do oceny jakości wód podziemnych w punktach monitoringowych oraz oceny stanu chemicznego wód podziemnych JCWPd wg danych z 2015 r. uwzględniono oznaczenia, w których obliczony błąd analizy nie przekraczał 10%. Po odrzuceniu analiz, dla których błąd analizy przekraczał wartość 10%, do oceny stanu chemicznego JCWPd według danych z 2015 r. wykorzystano wyniki analiz łącznie z 356 punktów pomiarowych (264 punkty opróbowane w ramach monitoringu operacyjnego, 90 punktów opróbowanych w ramach innych zadań PSH oraz 2 punkty opróbowane zarówno w ramach monitoringu operacyjnego oraz innych zadań PSH).

3. METODYKA BADAŃ TERENOWYCH I LABORATORYJNYCH

Szczegółowy opis metodyki badań terenowych i laboratoryjnych oraz systemu kontroli jakości tych badań został przedstawiony w sprawozdaniu z wykonania zadań nr 1, 2 i 3 (Palak-Mazur D., i in., 2015b), przekazanym GIOŚ podczas odbioru I etapu tematu „Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach w latach 2015–2018”. Poniżej przedstawione są podstawowe informacje dotyczące zastosowanych metod badawczych.

3.1. BADANIA TERENOWE – MONITORING OPERACYJNY 2015

Zakres badań terenowych obejmował pomiar temperatury wody podziemnej na powierzchni terenu (°C), odczynu pH, przewodności elektrolitycznej właściwej (μS/cm) oraz tlenu rozpuszczonego (mg/l). Badania powyższych wskaźników wykonane zostały przy wykorzystaniu przenośnych zestawów mierników wyprodukowanych przez firmy SLANDI i Eijkelkamp. Zakresy oznaczeń mierników terenowych przedstawia Tabela 1.

Tabela 1. Zestawienie parametrów technicznych mierników terenowych użytych podczas monitoringu operacyjnego w 2015 r.

Element fizyczno-chemiczny	pH		temperatura		Przewodność elektrolityczna		tlen rozpuszczony	
Producent	Slandi	Eijkelkamp	Slandi	Eijkelkamp	Slandi	Eijkelkamp	Slandi	Eijkelkamp
Jednostka	–	–	°C	°C	μS/cm	mS/cm	mg/l	mg/l
Przyrząd pomiarowy	SP300	C562	SC300	C562	SC300	C562	SO300	C562
Zakres	–1,00–15,0	0–14	–5–105	0–100	200–3999	0–1000	0–20	0–20
Rozdzielczość	0,01	0,01	0,1	0,1	1	0,01	0,01	0,05
Dokładność	±(0,01+0,01)	0,2%	0,2	0,5	0,5%	1%	0,5%	1%

Program badań pomiarów terenowych wykonano w okresie od sierpnia do października 2015 r. Opróbowano łącznie 311 punktów pomiarowych sieci monitoringu stanu chemicznego wód podziemnych. W 105 punktach pobrano próbki na oznaczenia w zakresie wskaźników organicznych, w tym pestycydów fosforoorganicznych, pestycydów chloroorganicznych, trichloroetenu, tetrachloroetenu, związków WWA oraz lotnych węglowodorów aromatycznych (BTX).

W ramach terenowego programu kontroli jakości do Centralnego Laboratorium Chemicznego PIG – PIB przekazano zestawy próbek kontrolnych – 14 zestawów próbek zerowych terenowych i transportowych (kationowe i anionowe), oraz próbki dublowane – 25 próbek na oznaczenia w zakresie podstawowych wskaźników fizyczno-chemicznych i 6 próbek na oznaczenia wskaźników organicznych.

3.2. BADANIA LABORATORYJNE – MONITORING OPERACYJNY 2015

Badania laboratoryjne próbek wód podziemnych pobranych z 311 punktów pomiarowych monitoringu operacyjnego zostały wykonane przez Centralne Laboratorium Chemiczne (CLCh) PIG-PIB.

Zakres badań laboratoryjnych, zgodnie z zapisami umowy 15/2015/F, obejmował oznaczenie 30 wskaźników jakości i cech fizyczno-chemicznych wody: przewodność elektrolityczna właściwa w 20°C, odczyn pH, ogólny węgiel organiczny, amonowy jon, antymon, arsen, azotany, azotyny, bor, chlorki, chrom, cyjanki wolne, fluorki, fosforany, glin, kadm, magnez, mangan, miedź, nikiel, ołów, potas, rtęć, selen, siarczany, sól, srebro, wapń, wodorowęglany, żelazo oraz 10 wskaźników dodatkowych: bar, beryl, cyna, cynk, kobalt, molibden, tal, tytan, uran, wanad. Ze względu na fakt, że dla wszystkich wyżej wymienionych wskaźników zostały

wyznaczone wartości progowe dobrego stanu chemicznego (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych, Dz. U. 2016, poz. 85), wskaźniki dodatkowe również uwzględniono przy wyznaczeniu klas jakości w punktach monitoringowych oraz do oceny stanu chemicznego JCWPd.

Łącznie w ramach monitoringu operacyjnego 2015 wykonano 311 analiz próbek podstawowych w zakresie ww. 40 wskaźników laboratoryjnych oraz 4 wskaźników terenowych. W przypadku wskaźników oznaczanych zarówno w terenie, jak i w laboratorium (odczyn pH oraz przewodność elektrolityczna właściwa), do dalszej interpretacji wykorzystano wyniki pomiarów terenowych, zgodnie z zaleceniami prowadzenia monitoringu wód podziemnych, zawartymi w *Katalogu wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania* (Witczak, Kania, Kmiecik 2013). Ostatecznie, do przeprowadzenia oceny stanu chemicznego JCWPd wykorzystano oznaczenia 38 wskaźników chemicznych, oznaczonych w laboratorium i pomiary 4 wskaźników fizyczno-chemicznych, zrealizowane w trakcie badań terenowych.

Ponadto, w 105 próbkach wód wykonano oznaczenia wskaźników organicznych. Wybór punktów do pobrania próbek wód na oznaczenia wskaźników organicznych w 2015 r. przeprowadzono zgodnie z zaleceniami Zamawiającego. Zawierały one następujące kryteria:

- opróbowanie punktów, w których na podstawie badań z poprzednich lat zidentyfikowano podwyższone wartości stężeń wskaźników organicznych;
- opróbowanie punktów, w których nie przeprowadzono wcześniej badań na oznaczenia związków organicznych;
- opróbowanie punktów płytkich, podatnych na zanieczyszczenia;
- opróbowanie punktów, w których w przeszłości stan chemiczny wód podziemnych był określony jako słaby.

W ramach badań laboratoryjnych w 2015 r. przeprowadzono oznaczenia stężeń następujących grup wskaźników organicznych:

- Wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych WWA (17 wskaźników): acenaften; acenaften; fluoren; fenantren; antracen; fluoranten; piren; benzo[a]antracen; chryzen; benzo[b]fluoranten; benzo[k]fluoranten; benzo[e]piren; benzo[a]piren; terylen; indo[1,2,3-cd]piren; dibeno[ah]antracen; benzo[ghi]terylen;
- Lotnych węglowodorów aromatycznych BTX (6 wskaźników): benzen, toluen, etylobenzen, 1,4-dimetylobenzen, 1,3-dimetylobenzen, 1,2-dimetylobenzen;
- Pestycydów chloroorganicznych (20 wskaźników): a-HCH; b-HCH; c-HCH; d-HCH; heptachlor; aldryna; epoksyd heptachloru; c- chlordan; endosulfan I; a-chlorodan; dieldryna, p, p' – DDE; endryna; endosulfan II, p, p' – DDD; aldehyd endryny; siarczan endosulfanu; p, p' – DDT; keton endryny; metoksychlor;
- Pestycydów fosforoorganicznych (10 wskaźników): dichlorfos; mewinfos; tiometon; diazynom; paration metylowy; fenitroton; melation; fention; paration etylowy; chlorfenwinfos;
- Trichloroetenu;
- Tetrachloroetenu.

Łącznie przeanalizowano 55 ww. wskaźników organicznych w każdej ze 105 próbek. Ze względu na uszkodzenie w transporcie próbek (stłuczenie szklanych butelek, w jakich transportowane są próbki na oznaczenia wskaźników organicznych), w punktach o numerach 1470 i 1496 nie było możliwe oznaczenie związków z grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych.

Dodatkowo przeprowadzono analizy próbek kontrolnych – 25 próbek dublowanych w zakresie wskaźników fizyczno-chemicznych, 6 próbek dublowanych w zakresie wskaźników organicznych (dla próbek dublowanych zakres oznaczeń był taki sam jak dla próbek podstawowych) oraz 14 próbek zerowych terenowych i 14 próbek zerowych transportowych. Zakres oznaczeń dla próbek zerowych obejmował następujące wskaźniki: przewodność elektrolityczna właściwa w 20°C, odczyn pH, ogólny węgiel organiczny, amonowy jon, azotany, azotyny, bromki, chlorki, cyjanki wolne, fluorki, fosforany, wodorowęglany, indeks fenolowy oraz substancje powierzchniowo czynne anionowe, Sb, As, Ba, Be, B, Cr, Sn, Zn, Al, Cd, Co, Mg, Mn, Cu, Mo, Ni, Pb, K, Se, Na, Ag, Tl, U, V, Ti, Ca, Fe.

Badania laboratoryjne wykonano w okresie od sierpnia do października 2015 r. w Centralnym Laboratorium Chemicznym PIG-PIB, z zachowaniem wymagań normy PN-EN ISO/IEC 17025:2005 w zakresie akredytacji nr AB 283. Metody badań stosowane przez Centralne Laboratorium Chemiczne PIG-PIB w analityce próbek wód podziemnych pobranych w 2015 r., z uwzględnieniem granic wykrywalności (LOD) i granic oznaczalności (LOQ) analizy przedstawia Tabela 2. Spośród 46 wskaźników lub grup wskaźników wymienionych w Tabeli 2, dla 44 wskaźników lub grup wskaźników jakości wody Centralne Laboratorium Chemiczne PIG-PIB posiada akredytację na ich oznaczenia, co jest gwarancją miarodajności uzyskanych wyników oznaczeń poszczególnych wskaźników. Wskaźnikami, których oznaczenia nie są objęte akredytacją są cyjanki wolne oraz indeks fenolowy.

Granice oznaczalności metod analitycznych dla większości wskaźników są dostosowane do wymogów Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych, Dz. U. 2016, poz. 85 i umożliwiają ocenę jakości wód podziemnych badanych próbek w zakresie klas jakości I–V. Wyjątkiem są fenole. W przypadku oznaczania stężeń fenoli (indeks fenolowy), obecne możliwości analityczne laboratorium nie pozwalają na obniżenie granicy oznaczalności poniżej 0,1 mg/l. Obniżenie granicy oznaczalności do poziomu <0,001 mg/l (wartość graniczna I klasy jakości) wymagałoby pobierania znacznie większych objętości próbek wody (co najmniej trzykrotnie) oraz zatrudnienia nowych osób do przetwarzania próbek na potrzeby analizy (konieczność odparowywania próbek), co znacząco zwiększyłoby koszt analizy. Ze względu na to, że granica oznaczalności indeksu fenolowego wykracza poza zakres wartości granicznych klas jakości I–V, wskaźnik ten nie jest brany pod uwagę podczas analizy oceny stanu chemicznego.

Tabela 2. Wykaz elementów fizyczno-chemicznych oznaczanych podczas badań monitoringu operacyjnego 2015 r. wraz z opisem stosowanych metod badań laboratoryjnych oraz ich granic wykrywalności i oznaczalności

Lp.	Wskaźniki jakości wody	Jednostka	Metoda analityczna	Nr CAS	Numer procedury badawczej edycja	Niepewność metody	Granica wykrywalności LOD	Granica oznaczalności LOQ	Wartość graniczna I klasy jakości (TV _I)	LOQ ≤ TV _I	LOQ ≤ 30% TV _I	LOQ/TV _I
Elementy fizyczno-chemiczne oznaczone w ramach monitoringu operacyjnego (Dz. U. 2016, poz. 85)												
Elementy ogólne												
1	Przewodność elektrolityczna w 20°C	[μS/cm]	Elektrochemiczna		PB-02 Edycja 8 z 5/01/2015	+/- 8%		10	700	TAK	TAK	1%
2	pH		Elektrochemiczna		PB-01 Edycja 7 z 5/01/2015	+/- 6%		2	6,50	TAK	TAK	31%
3	Ogólny węgiel organiczny	[mgC/l]	Spektrofotometryczna		PB-09 Edycja 4 z 5/01/2015	+/- 42%	0,5	1,0	5,00	TAK	TAK	20%
Elementy nieorganiczne												
4	Amonowy jon	[mgNH ₄ /l]	Spektrofotometryczna	80007-57-6	PB-03 Edycja 6 z 5/01/2015	+/- 22%	0,03	0,05	0,5	TAK	TAK	10%
5	Antymon	[mgSb/l]	ICP-MS	35734-21-5	PB-37 Edycja 8 z 01/01/2015	+/- 25%	0,00002	0,00005	0,005	TAK	TAK	1%
6	Arsen	[mgAs/l]	ICP-MS	7440-38-2	PB-37 Edycja 8 z 01/01/2015	+/- 25%	0,001	0,002	0,01	TAK	TAK	20%
7	Azotany	[mgNO ₃ /l]	Chromatografii jonowej	84145-82-4	PB-04 Edycja 14 z 05/01/2015	+/- 14%	0,00045	0,01	10,00	TAK	TAK	0,1%
8	Azotyny	[mgNO ₂ /l]	Chromatografii jonowej	14797-65-0	PB-04 Edycja 14 z 05/01/2015	+/- 14%	0,00009	0,01	0,03	TAK	NIE	33%
9	Bor	[mgB/l]	ICP-AES	7440-42-8	PB-28 Edycja 6 z 01/01/2015	+/- 15%	0,001	0,01	0,50	TAK	TAK	2%
10	Chlorki	[mgCl/l]	Chromatografii jonowej		PB-04 Edycja 14 z 05/01/2015	+/- 12%	0,002	0,5	60,00	TAK	TAK	1%
11	Chrom	[mgCr/l]	ICP-AES	7440-47-3	PB-28 Edycja 6 z 01/01/2015	+/- 20%	0,0009	0,003	0,01	TAK	TAK	30%
12	Cyjanki wolne	[mgCN/l]	Spektrofotometryczna	57-12-5	metoda nie objęta akredytacją			0,01	0,01	TAK	NIE	100%
13	Fluorki	[mgF/l]	Chromatografii jonowej		PB-04 Edycja 14 z 05/01/2015	+/- 15%	0,002	0,10	0,50	TAK	TAK	20%
14	Fosforany	[mgHPO ₄ /l]	Chromatografii jonowej	264888-19-9	PB-04 Edycja 14 z 05/01/2015	+/- 13%	0,02	0,3	0,50	TAK	NIE	60%
					metoda nie objęta akredytacją		0,02	0,1		TAK	TAK	20%

*„Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach w latach 2015–2018”,
Etap II, zadanie nr 6 – Raport*

Lp.	Wskaźniki jakości wody	Jednostka	Metoda analityczna	Nr CAS	Numer procedury badawczej edycja	Niepewność metody	Granica wykrywalności LOD	Granica oznaczalności LOQ	Wartość graniczna I klasy jakości (TV _I)	LOQ ≤ TV _I	LOQ ≤ 30% TV _I	LOQ/TV _I
			Elementy fizyczno-chemiczne oznaczone w ramach monitoringu operacyjnego (Dz. U. 2016, poz. 85)									
15	Glin	[mgAl/l]	ICP-MS	7429-90-5	PB-37 Edycja 8 z 01/01/2015	+/- 25%	0,0002	0,0005	0,1	TAK	TAK	0,5%
16	Kadm	[mgCd/l]	ICP-MS	7440-43-9	PB-37 Edycja 8 z 01/01/2015	+/- 25%	0,00002	0,00005	0,001	TAK	TAK	5%
17	Magnez	[mgMg/l]	ICP-AES	7439-95-4	PB-28 Edycja 6 z 01/01/2015	+/- 20%	0,01	0,10	30,00	TAK	TAK	0,3%
18	Mangan	[mgMn/l]	ICP-AES	7439-96-5	PB-28 Edycja 6 z 01/01/2015	+/- 15%	0,0004	0,001	0,05	TAK	TAK	2%
19	Miedź	[mgCu/l]	ICP-MS	7440-50-8	PB-37 Edycja 8 z 01/01/2015	+/- 25%	0,00002	0,00005	0,01	TAK	TAK	1%
20	Nikiel	[mgNi/l]	ICP-MS	7440-02-0	PB-37 Edycja 8 z 01/01/2015	+/- 25%	0,00025	0,0005	0,005	TAK	TAK	10%
21	Ołów	[mgPb/l]	ICP-MS	7439-92-1	PB-37 Edycja 8 z 01/01/2015	+/- 25%	0,00002	0,00005	0,01	TAK	TAK	1%
22	Potas	[mgK/l]	ICP-AES		PB-28 Edycja 6 z 01/01/2015	+/- 20%	0,06	0,10	10,00	TAK	TAK	1%
23	Rtęć	[mgHg/l]	Analizator rtęci AMA-254	7439-97-6	PB-06 Edycja 6 z 1/01/2015	+/- 24%	0,0002	0,0003	0,001	TAK	TAK	30%
24	Selen	[mgSe/l]	ICP-MS	7782-49-2	PB-37 Edycja 8 z 01/01/2015	+/- 25%	0,001	0,002	0,005	TAK	NIE	40%
25	Siarczany	[mgSO ₄ /l]	Chromatografii jonowej	14808-79-8	PB-04 Edycja 14 z 05/01/2015	+/- 12%	0,01	0,5	60,00	TAK	TAK	1%
26	Sód	[mgNa/l]	ICP-AES	7440-23-5	PB-28 Edycja 6 z 01/01/2015	+/- 10%	0,25	0,50	60,00	TAK	TAK	1%
27	Srebro	[mgAg/l]	ICP-MS	7440-22-4	PB-37 Edycja 8 z 01/01/2015	+/- 25%	0,00002	0,00005	0,001	TAK	TAK	5%
28	Wapń	[mgCa/l]	ICP-AES	14127-61-8	PB-28 Edycja 6 z 01/01/2015	+/- 20%	0,05	0,1	50,00	TAK	TAK	0,2%
29	Wodorowęglany	[mgHCO ₃ /l]	Spektrofotometryczna	71-52-3	PB-07 Edycja 5 z 5/01/2015	+/- 23%		0,1	200,00	TAK	TAK	0,05%
30	Żelazo	[mgFe/l]	ICP-AES	7439-89-6	PB-28 Edycja 6 z 01/01/2015	+/- 25%	0,005	0,01	0,20	TAK	TAK	5%
31	Bar	[mgBa/l]	ICP-AES	7440-39-3	PB-28 Edycja 6 z 01/01/2015	+/- 15%	0,0008	0,001	0,3	TAK	TAK	0,3%
32	Beryl	[mgBe/l]	ICP-MS	1932-52-9	PB-37 Edycja 8 z 01/01/2015	+/- 25%	0,00002	0,00005	0,0005	TAK	TAK	10%
33	Cyna	[mgSn]	ICP-MS		PB-37 Edycja 8 z 01/01/2015	+/- 25%	0,0002	0,0005	0,02	TAK	TAK	3%

*„Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach w latach 2015–2018”,
Etap II, zadanie nr 6 – Raport*

Lp.	Wskaźniki jakości wody	Jednostka	Metoda analityczna	Nr CAS	Numer procedury badawczej edycja	Niepewność metody	Granica wykrywalności LOD	Granica oznaczalności LOQ	Wartość graniczna I klasy jakości (TV _I)	LOQ ≤TV _I	LOQ≤ 30%TV _I	LOQ/TV _I
			Elementy fizyczno-chemiczne oznaczone w ramach monitoringu operacyjnego (Dz. U. 2016, poz. 85)									
Elementy nieorganiczne												
34	Cynk	[mgZn/l]	ICP-AES	7440-66-6	PB-28 Edycja 6 z 01/01/2015	+/- 20%	0,002	0,003	0,05	TAK	TAK	6%
35	Kobalt	[mgCo/l]	ICP-MS	7440-48-4	PB-37 Edycja 8 z 01/01/2015	+/- 25%	0,00002	0,00005	0,02	TAK	TAK	0,3%
36	Molibden	[mgMo/l]	ICP-MS	7439-98-7	PB-37 Edycja 8 z 01/01/2015	+/- 25%	0,00002	0,00005	0,003	TAK	TAK	2%
37	Tal	[mgTl/l]	ICP-MS	15035-09-3	PB-37 Edycja 8 z 01/01/2015	+/- 25%	0,00002	0,00005	0,001	TAK	TAK	5%
38	Tytan	[mgTi/l]	ICP-AES	7440-32-6	PB-28 Edycja 6 z 01/01/2015	+/- 25%	0,0005	0,002	0,01	TAK	TAK	20%
39	Uran	[mgU/l]	ICP-MS	15117-96-1	PB-37 Edycja 8 z 01/01/2015	+/- 25%	0,00002	0,00005	0,009	TAK	TAK	1%
40	Wanad	[mgV/l]	ICP-MS	14867-38-0	PB-37 Edycja 8 z 01/01/2015	+/- 25%	0,0005	0,001	0,004	TAK	TAK	25%
Elementy organiczne:												
41	Fenole (indeks fenolowy)	[mg/l]	Spektrofotometryczna	Brak	metoda nie objęta akredytacją	-		0,1	0,001	NIE	NIE	10000%
42	Pestycydy fosforo-organiczne ¹	[mg/l]	Chromatografii gazowej	Brak	PB-17 Edycja 6 z 05/01/2015	+/- do 65%		0,00001–0,00002	0,0001	TAK	TAK	10–20%
43	Pestycydy chloro-organiczne ²	[mg/l]	Chromatografii gazowej	Brak	PB-31 Edycja 8 z 05/01/2015	+/- do 36%		0,000001–0,0001	0,0001	TAK	TAK	1–100%
44	WWA	[mg/l]	Chromatografii gazowej	Brak	PB-15 Edycja 7 z 15/12/2014	+/- do 31%		0,000004–0,00002	0,0001	TAK	TAK	4–20%
45	Tetrachloroeten	[mg/l]	Chromatografii gazowej	127-18-4	PB-19 Edycja 8 z 05/01/2015	+/- 26%		0,0003	0,001	TAK	TAK	30%
46	Trichloroeten	[mg/l]	Chromatografii gazowej	79-01-6	PB-19 Edycja 8 z 05/01/2015	+/- 35%		0,0003	0,001	TAK	TAK	30%

4. KONTROLA JAKOŚCI BADAŃ TERENOWYCH I LABORATORYJNYCH

Wykonując badania monitoringowe realizowano program zarządzania i kontroli jakości, zgodnie z zasadami określonymi w Instrukcjach i Procedurach opracowanych w Programie Infrastruktura Monitoringu Wód Podziemnych i Samodzielna Sekcja Poboru Próbek Wód. W celu uzyskania miarodajnych wyników badań monitoringowych pobór próbek wód podziemnych odbywał się zgodnie z programem kontroli jakości prac terenowych. Obejmował on m.in.:

- Zapewnienie odpowiednich kwalifikacji zawodowych zespołów terenowej obsługi sieci monitoringowej;
- Przygotowanie indywidualnych instrukcji w formie pisemnej oraz programów prac dla każdego zespołu;
- Zapewnienie odpowiedniego sprzętu, aparatury, materiałów (strzykawki, filtry membranowe, pojemniki z PE oraz butelki ze szkła barwionego), odczynników oraz wzorców do kalibracji mierników;
- Ustalenie standardowego sposobu pobierania, oraz konserwacji poszczególnych próbek wód podziemnych;
- Ustalenie standardowego zestawu pojemników składających się na jedną próbkę w tym osobno: do oznaczeń anionów, kationów, TOC, i rtęci (wszystkie z PE o zróżnicowanej pojemności od 15 do 250 ml) oraz do oznaczeń wskaźników organicznych (cztery butelki ze szkła barwionego o zróżnicowanej pojemności od 100 do 1000 ml);
- Ustalenie przedziałów czasowych na przekazanie próbek wód podziemnych od momentu pobrania do dostarczenia do laboratorium, tj. 72 godzin dla próbek na oznaczenia wskaźników fizyczno-chemicznych i 48 godzin dla próbek na oznaczenia wskaźników organicznych;
- Zapewnienie odpowiednich warunków przechowywania i transportu próbek;
- Ustalenie warunków transportu próbek wód do laboratorium przez poszczególnych próbkobiorców;
- Ustalenie standardowego trybu postępowania w terenie oraz trybu postępowania z dokumentacją prac terenowych;
- Zapewnienie standardowej formy dokumentowania prac i badań terenowych;
- Bieżącą kontrolę dokumentów przekazywanych przez wykonawców prac;
- Pobranie dodatkowo próbek kontrolnych (dublowanych i zerowych).

4.1. TERENOWY PROGRAM KONTROLI JAKOŚCI DANYCH CHEMICZNYCH – MONITORING OPERACYJNY 2015

Terenowy program kontroli jakości danych obejmował pobór i analizę dodatkowych próbek kontrolnych wód podziemnych z punktów sieci monitoringu stanu chemicznego. Spośród 311 punktów monitoringu operacyjnego 2015 oprócz próbek podstawowych pobrano dodatkowo próbki kontrolne na oznaczenia z zakresu podstawowego, w tym:

- próbki zerowe terenowe (kationowe i anionowe) pobrane tym samym sprzętem co próbki podstawowe, ale z użyciem jako medium wody dejonizowanej. Odbyły one tę samą obróbkę, transport i przechowywanie jak próbki podstawowe. Posłużyły do wyznaczenia praktycznej granicy oznaczalności (LQ).

- próbki zerowe transportowe (kationowe i anionowe) próbki przygotowane przez laboratorium, z użyciem jako medium wody dejonizowanej. Odbłyły one tę samą obróbkę, transport i przechowywanie jak próbki podstawowe.
- próbki dublowane – pobrane z losowo wybranych punktów sieci monitoringu operacyjnego jako duplikaty próbek podstawowych. Posłużyły do oceny precyzji oznaczeń.

Dodatkowo spośród 105 punktów monitoringu operacyjnego oprócz próbek na oznaczenia wskaźników organicznych pobrano 6 próbek kontrolnych – próbek dublowanych. Posłużyły one do oceny precyzji oznaczeń wskaźników organicznych.

Liczbę próbek podstawowych, dublowanych oraz zerowych, pobranych podczas monitoringu operacyjnego 2015 przedstawia Tabela 3.

Tabela 3. Liczba pobranych próbek wód podziemnych w ramach monitoringu operacyjnego 2015

Monitoring operacyjny 2015	Próbki podstawowe na oznaczenia wskaźników fizyczno-chemicznych	Próbki podstawowe na oznaczenia wskaźników organicznych	Próbki kontrolne			
			Próbki dublowane		Próbki zerowe	
			oznaczenia wskaźników fizyczno-chemicznych	oznaczenia wskaźników organicznych	terenowe	transportowe
Liczba próbek	311	105	25	6	14	14

Na podstawie wyników analiz próbek kontrolnych wyznaczono parametry kontroli jakości danych hydrogeochemicznych: praktyczne granice oznaczalności (LQ) i precyzję. Wartości oznaczeń poniżej granicy oznaczalności (<LOQ) zastąpiono wartościami równymi połowie granicy oznaczalności (<LOQ = 1/2 LOQ) zgodnie z wymogami Dyrektywy 2009/90/WE.

4.1.1. Analiza próbek zerowych – praktyczna granica oznaczalności

Na podstawie wyników wartości pomiarów i stężeń oznaczanych w próbkach zerowych obliczono praktyczne granice oznaczalności dla poszczególnych wskaźników. Wartości te obliczono zarówno na podstawie wyników oznaczeń w próbkach zerowych terenowych, jak i w próbkach zerowych transportowych. Dla analizowanych wskaźników sporządzono wykresy kart kontrolnych pojedynczych pomiarów, które zamieszczono w załączniku 3.5 w Sprawozdaniu z wykonania zadań 1, 2, 3, 4 i 5 (Palak-Mazur, i in., 2015b).

Dla wskaźników, dla których w danej serii pomiarowej i w danej grupie próbek (terenowych lub transportowych) wszystkie wartości oznaczeń były mniejsze od granicy oznaczalności nie opracowano wykresów kart kontrolnych. Dla pozostałych wskaźników, na podstawie analizy kart kontrolnych zidentyfikowano oraz wyłączono z dalszych obserwacji wyniki obciążone błędami grubymi (sygnały punktowe, położone poza granicami kontrolnymi). Wykresy kart kontrolnych po wyłączeniu obserwacji pozakontrolnych przedstawiono w załączniku 3.5 w Sprawozdaniu z wykonania zadań 1, 2, 3, 4 i 5 (Palak-Mazur, i in., 2015b).

Korzystając z poniższego wzoru obliczono praktyczne granice oznaczalności (LQ):

$$LQ = \bar{x}_{zer} + 6\sigma_{zer}$$

gdzie:

$\bar{x}_{zer}$ – wartość średnia oznaczeń

σ_{zer} – wartość odchylenia standardowego

Otrzymane praktyczne granice oznaczalności (LQ) porównano z granicami oznaczalności analiz (LOQ) deklarowanymi przez Centralne Laboratorium Chemiczne, a także z wartościami granicznymi I klasy jakości wód podziemnych (Dz. U. 2016, poz. 85). Zestawienie tych wartości zawiera Tabela 4.

Tabela 4. Granice oznaczalności LOQ i praktyczne granice oznaczalności LQ obliczone na podstawie wyników oznaczeń w próbkach zerowych terenowych i transportowych, pobranych w ramach monitoringu operacyjnego w 2015 r.

Lp.	Wskaźnik	Granica oznaczalności LOQ deklarowana przez CLCh [mg/l]	Obliczona praktyczna granica oznaczalności LQ dla próbek zerowych terenowych	LQ/LOQ (próbki zerowe terenowe)	Obliczona praktyczna granica oznaczalności LQ dla próbek zerowych transportowych	LQ/LOQ (próbki zerowe transportowe)	Maksymalne dopuszczalne stężenie w wodzie I klasy jakości wód podziemnych
1	Przewodność elektrolityczna właściwa	10,0	5	0,50	5	0,50	700
2	Amonowy jon	0,05	0,025	0,50	0,025	0,50	0,50
3	Antymon	0,00005	0,000025	0,50	0,000025	0,50	0,005
4	Arsen	0,002	0,001	0,50	0,001	0,50	0,01
5	Azotany	0,01	0,214	21,43	0,005	0,50	10
6	Azotyiny	0,01	0,014	1,37	0,005	0,50	0,03
7	Bar	0,001	0,0005	0,50	0,0005	0,50	0,3
8	Beryl	0,00005	0,000025	0,50	0,000025	0,50	0,0005
9	Bor	0,01	0,005	0,50	0,005	0,50	0,5
10	Chlorki	0,50	0,25	0,50	0,25	0,50	60
11	Chrom	0,003	0,0015	0,50	0,0015	0,50	0,01
12	Cyjanki wolne	0,01	0,005	0,50	0,01	0,50	0,01
13	Cyna	0,0005	0,00025	0,50	0,00025	0,50	0,02
14	Cynk	0,003	0,0015	0,50	0,0015	0,50	0,05
15	Fluorki	0,1	0,05	0,50	0,05	0,50	0,5
16	Fosforany	0,30	0,15	0,50	0,15	0,50	0,5
17	Glin	0,0005	0,00270	5,40	0,00180	3,60	0,1
18	Indeks fenolowy	0,1	0,05	0,50	0,05	0,50	0,001
19	Kadm	0,00005	0,000025	0,50	0,000025	0,50	0,001
20	Kobalt	0,00005	0,000025	0,50	0,000025	0,50	0,02
21	Magnez	0,1	0,05	0,50	0,05	0,50	30
22	Mangan	0,001	0,0005	0,50	0,0005	0,50	0,05
23	Miedź	0,00005	0,000178	3,55	0,000177	3,54	0,01
24	Molibden	0,00005	0,000025	0,50	0,000025	0,50	0,003
25	Nikiel	0,0005	0,00025	0,50	0,00025	0,50	0,005
26	Ołów	0,00005	0,000025	0,50	0,000025	0,50	0,01
27	Potas	0,1	0,050	0,50	0,050	0,50	10
28	Selen	0,002	0,001	0,50	0,001	0,50	0,005
29	Siarczany	0,5	0,25	0,50	0,25	0,50	60
30	Sód	0,50	0,25	0,50	0,250	0,50	60
31	Srebro	0,00005	0,000025	0,50	0,000025	0,50	0,001
32	Tal	0,00005	0,000025	0,50	0,000025	0,50	0,001
33	Tytan	0,002	0,001	0,50	0,001	0,50	0,01
34	Uran	0,00005	0,000025	0,50	0,000025	0,50	0,009
35	Wanad	0,00100	0,0005	0,50	0,0005	0,50	0,004
36	Wapń	0,1	0,05	0,50	0,05	0,50	50
37	Wodorowęglany	0,1	0,05	0,50	0,05	0,50	200
38	Żelazo	0,01	0,005	0,50	0,005	0,50	0,2

Stosunek LQ/LOQ pozwala na porównanie praktycznej granicy oznaczalności z granicą oznaczalności podaną przez laboratorium. Praktyczna granica oznaczalności powinna być jak najbliższa laboratoryjnej granicy oznaczalności. W przypadku zamiany wartości poniżej granicy oznaczalności na wartości równe połowie tej granicy, idealnym przypadkiem jest stosunek $LQ/LOQ = 0,5$. Na 38 wskaźników oznaczanych w próbkach zerowych taki stosunek uzyskano w przypadku 34 wskaźników w próbkach zerowych terenowych oraz 36 wskaźników w próbkach zerowych transportowych. Wartości, których stosunek LQ/LOQ jest większy od 0,5, zostały w tabeli 4 zaznaczone kolorem szarym.

Na podstawie przeprowadzonej analizy należy stwierdzić, że wyniki oznaczeń większości wskaźników są wiarogodne i charakteryzują się zadowalającą precyzją. Nieco mniejszą precyzją charakteryzują się jedynie oznaczenia glinu i miedzi (zarówno w próbkach zerowych terenowych jak i transportowych). Azotany i azotyny – wskaźniki, których obecność stwierdzono jedynie w próbkach zerowych terenowych, mogą pochodzić z zanieczyszczenia podczas opróbowania. Przyczyną kontaminacji może być dostanie się kwasu azotowego do próbek na oznaczenia anionów (kwas azotowy jest stosowany jako środek utrwalający próbki kationowe). Występowanie glinu i miedzi zarówno w próbkach zerowych terenowych, jak i transportowych wskazuje na to, że zanieczyszczenie tymi pierwiastkami nie odbywa się jedynie podczas prac terenowych. Najczęściej stężenia glinu i miedzi w próbkach zerowych terenowych są wyższe, niż w próbkach zerowych transportowych (Załącznik 3.7 do Sprawozdania z wykonania zadań 1, 2, 3, 4 i 5, Palak-Mazur, i in., 2015b). Jednak liczne oznaczenia (powyżej granicy oznaczalności) glinu oraz miedzi w próbkach zerowych transportowych wskazują na to, że zanieczyszczenie tymi elementami może również odbywać się w laboratorium lub może być wynikiem ługowania butelek.

4.1.2. Analiza próbek dublowanych – ocena precyzji oznaczeń wskaźników chemicznych jakości wód

Próbki dublowane pobrano z losowo wybranych punktów sieci monitoringu operacyjnego jako duplikaty próbek podstawowych (zarówno na oznaczenia podstawowe jak i organiczne). Posłużyły one do oceny precyzji wyników oznaczeń za pomocą analizy wariancji ANOVA. W celu graficznej prezentacji wyników, dla każdego wskaźnika fizyczno-chemicznego sporządzono 1 lub 2 wykresy korelacji (drugi wykres sporządzano dodatkowo w celu dokładniejszego przedstawienia zależności w określonym zakresie stężeń). Wykresy korelacji przedstawiono w załączniku 3.6 w Sprawozdaniu z wykonania zadań 1, 2, 3, 4 i 5 (Palak-Mazur, i in., 2015b).

Dla zastosowanego w monitoringu operacyjnym programu analitycznego (uproszczony schemat badań, polegający na pojedynczej analizie próbek podstawowych i dublowanych) oceniono tzw. wariancję techniczną, która jest sumą efektów opróbowania i analityki oraz wariancję hydrogeochemiczną, związaną z naturalną zmiennością przestrzenną wskaźników hydrogeochemicznych wody. Udział wariancji technicznej w wariancji całkowitej nie powinien przekroczyć 20% (Szczepańska, Kmiecik, 1998; Szczepańska, Kmiecik, 2005).

Obliczenia analizy wariancji przeprowadzono metodą klasyczną przy użyciu programu RANOVA. Dla wyników pomiarów niższych od granicy oznaczalności LOQ do obliczeń przyjęto założenie, że $<LOQ = \frac{1}{2} LOQ$. W obliczeniach nie uwzględniono tych par próbek, dla których wyniki oznaczeń w obu próbkach – podstawowej i dublowanej były niższe od granicy oznaczalności LOQ. Wprowadzenie takich danych do obliczeń spowodowałoby nieuzasadniony wzrost precyzji wyników badań hydrogeochemicznych. Aby uzyskane w wyniku analizy wariancji dane były wiarygodne, obliczenia wykonano dla par próbek, dla których minimum w 9 zestawach wyników uzyskano wartości wyższe od laboratoryjnej granicy oznaczalności.

Wskaźniki fizyczno-chemiczne, dla których liczba wyników poniżej granicy oznaczalności w parach próbek podstawowa – dublowana była niższa od 9 i dla których nie przeprowadzono analizy wariancji to: arsen, beryl, chrom, cyjanki wolne, cyna, fluorki, fosforany, kadm, rtęć, selen, srebro, tal, tytan, wanad oraz indeks fenolowy.

Wyniki obliczeń analizy wariancji metodą klasyczną ANOVA przedstawia Tabela 5.

Tabela 5. Wariancja całkowita, hydrogeochemiczna i techniczna obliczone metodą klasyczną ANOVA oraz udziały procentowe w wariancji całkowitej – monitoring operacyjny 2015

Wskaźnik	Liczba par próbek	Średnia wartość pomiaru/stężenia	Wariancja całkowita σ^2_{tot}	Wariancja geochemiczna σ^2_{geo}	Wariancja techniczna σ^2_{tech}	Udział procentowy wariancji geochemicznej w wariancji całkowitej $\sigma^2_{geo} [\%]$	Udział procentowy wariancji technicznej w wariancji całkowitej $\sigma^2_{tech} [\%]$
PEW (laborat.)	25	813,28	114713,87	114590,27	123,60	99,89	0,11
PEW (teren.)	25	784,78	107571,29	107334,14	237,15	99,78	0,22
pH (laborat.)	25	7,18	0,23	0,23	0,00	99,09	0,91
pH (teren.)	25	7,05	0,30	0,30	0,00	99,75	0,25
Ogólny węgiel organiczny	21	3,91	17,69	17,61	0,08	99,55	0,45
Amonowy jon	14	0,57	0,31	0,27	0,04	88,43	11,57
Antymon	15	0,00017	9,07E-09	8,95E-09	1,17E-10	98,71	1,29
Azotany	24	28,56	1152,46	1134,88	17,58	98,47	1,53
Azotyiny	10	0,20	0,10	0,10	0,0001	99,85	0,15
Bar	25	0,081	3,56E-03	3,56E-03	1,01E-06	99,97	0,03
Bor	24	0,13	0,035	0,035	0,000004	99,99	0,01
Chlorki	25	44,50	876,32	866,90	9,42	98,92	1,08
Cynk	21	0,0699	0,03	0,03	0,0018	94,43	5,57
Glin	24	0,00332	3,92E-05	3,74E-05	1,79E-06	95,44	4,56
Kobalt	13	0,00355	5,99E-05	5,97E-05	1,73E-07	99,71	0,29
Magnez	25	19,99	255,18	255,14	0,05	99,98	0,02
Mangan	22	0,45	0,46	0,46	0,000016	100,00	0,00
Miedź	25	0,00241	1,30E-05	1,29E-05	7,89E-08	99,39	0,61
Molibden	23	0,00162	9,32E-06	9,32E-06	1,49E-09	99,98	0,02
Nikiel	13	0,00844	1,42E-04	1,41E-04	1,04E-06	99,27	0,73
Ołów	9	0,00020	4,72E-08	4,49E-08	2,34E-09	95,05	4,95
Potas	25	24,22	1294,58	1294,20	0,38	99,97	0,03
Siarczany	25	113,89	7618,81	7613,11	5,70	99,93	0,07
Sód	25	28,05	278,34	278,07	0,27	99,90	0,10
Uran	20	0,00360	2,93E-05	2,92E-05	3,97E-08	99,86	0,14
Wapń	25	104,30	1735,63	1734,22	1,41	99,92	0,08
Wodorowęglany	24	306,25	17047,22	16967,99	79,23	99,54	0,46
Żelazo	19	3,08	60,23	60,19	0,04	99,94	0,06

Większość oznaczeń cechuje się bardzo wysoką precyzją – udział wariancji pomiaru w wariancji całkowitej nie przekracza 5% dla 26 spośród 28 analizowanych składników. Bardzo niski udział wariancji pomiaru świadczy o zastosowaniu właściwej procedury związanej z opróbowaniem wód podziemnych i właściwych metod analitycznych oznaczania wskaźników hydrogeochemicznych.

W odniesieniu do próbek dublowanych na oznaczenia wskaźników organicznych, ze względu na niewielką liczbę zduplikowanych analiz, przeprowadzenie obliczeń według powyższego schematu było niemożliwe. Dla tych próbek przeprowadzono porównanie wartości stężeń wskaźników organicznych w poszczególnych parach próbek. Różnice pomiędzy wynikami stężeń dla par próbek podstawowa i dublowana są niewielkie. Wszystkie oznaczenia mieszczą się w zakresie stężeń dla I klasy jakości. Oznacza to, że wyniki stężeń wskaźników organicznych charakteryzują się wystarczającą precyzją do wyznaczenia klas jakości oraz oceny stanu chemicznego wód

4.1.3. Podsumowanie terenowego programu kontroli jakości

W ramach kontroli jakości badań terenowych podczas monitoringu operacyjnego 2015, do laboratorium chemicznego przekazano 25 próbek dublowanych na oznaczenia wskaźników fizyczno-chemicznych, 6 próbek dublowanych na oznaczenia wskaźników organicznych, 14 zestawów próbek zerowych terenowych i 14 zestawów próbek zerowych transportowych.

Poprzez analizę próbek dublowanych oceniono wariancję techniczną, która jest sumą efektów opróbowania i analityki oraz wariancję hydrogeochemiczną, związaną z naturalną zmiennością przestrzenną wskaźników hydrogeochemicznych wody. Analiza wyników próbek dublowanych wykazała ogólnie bardzo wysoką precyzję oznaczeń. Udział wariancji technicznej w porównaniu ze zmiennością hydrogeochemiczną jest niewielki. Dla 26 spośród 28 analizowanych wskaźników wariancja techniczna nie przekracza 5%. Świadczy to o zastosowaniu właściwych procedur wykorzystanych do opróbowania oraz odpowiednich metod analitycznych do oznaczeń poszczególnych wskaźników fizyczno-chemicznych. Zróżnicowanie wyników oznaczeń między próbkami podstawowych i dublowanymi jest niewielkie w porównaniu ze zmiennością hydrogeochemiczną środowiska. Wyniki analiz próbek wód podziemnych w dobrym stopniu odzwierciedlają stan faktyczny.

Na podstawie analizy próbek zerowych obliczono praktyczne granice oznaczalności (LQ), a następnie porównano je z granicami oznaczalności deklarowanymi przez CLCh (LOQ). Przeprowadzona analiza wykazała bardzo dobrą precyzję wyników oznaczeń w przypadku większości wskaźników. Wyjątkami były oznaczenia glinu i miedzi. Mniejsza precyzja wyników badań w przypadku tych składników może świadczyć o wpływie nieokreślonych czynników występujących podczas opróbowania i transportu na jakość wyników badań. Podwyższone stężenia poszczególnych składników pojawiają się w losowych próbkach pobranych przez różnych próbkobiorców i mogą wynikać z dodatkowych źródeł – techniki przygotowania próbek, różnic w czystości naczyń (fabrycznie nowych), przypadkowych zdarzeń losowych. Zauważone rozbieżności dotyczą różnych próbek i pojedynczych wskaźników fizyczno-chemicznych i tym samym nie wskazują na błąd systematyczny.

Mimo dużego zbioru danych i zróżnicowanych warunków poboru (udział wielu zespołów próbkobiorców, zmienne warunki atmosferyczne, różne typy punktów poboru, znaczne rozprzestrzenienie punktów, duża odległość między punktem poboru a laboratorium) uzyskano wyniki charakteryzujące się wysoką precyzją oznaczeń. W związku z powyższym wyniki monitoringu operacyjnego 2015 r. można uznać za wiarygodne do oceny jakości wód podziemnych.

4.2. OCENA JAKOŚCI WYNIKÓW ANALIZ CHEMICZNYCH WÓD PODZIEMNYCH NA PODSTAWIE BILANSU JONOWEGO WODY

Do oceny prawidłowego wykonania analiz chemicznych próbek wód podziemnych zastosowano metodę polegającą na obliczeniu względnego błędu w bilansie analizy. Oceny dokonano przez określenie zgodności sumy równoważników kationów z sumą równoważników anionów, obliczonych na podstawie wyników poszczególnych oznaczeń wskaźników chemicznych. Obliczenia wykonano dla 370 analiz, z 366 punktów pomiarowych, zlokalizowanych w obrębie JCWPd zakwalifikowanych do oceny stanu chemicznego według danych z 2015 r., w tym:

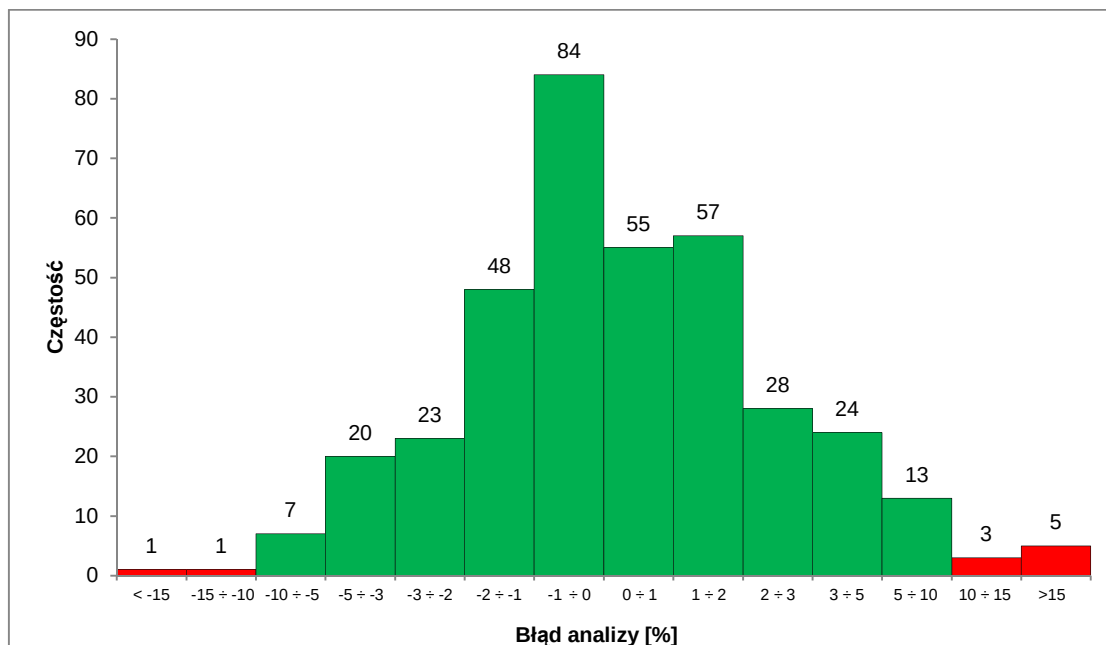
- 274 próbek pobranych z sieci monitoringu stanu chemicznego (monitoring operacyjny 2015);
- 96 próbek pobranych w ramach realizacji innych zadań państwowej służby hydrogeologicznej.

Do obliczeń bilansu jonowego wody uwzględniono składniki główne i drugorzędne: HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , CO_3^{2-} , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , NH_4^+ , Fe^{2+} (Witczak, Adamczyk, 1994, 1995).

Wartości oznaczeń poniżej granicy oznaczalności (LOQ) zastąpiono wartościami równymi połowie granicy oznaczalności ($<\text{LOQ} = \frac{1}{2}\text{LOQ}$).

Przeprowadzona analiza wykazała, że błąd analizy na poziomie nieprzekraczającym 5% osiągnięto dla 340 spośród 370 próbek (91,9% wszystkich próbek). Dopuszczalny błąd analizy na poziomie do 10% wystąpił w 360 spośród 370 próbek, czyli 97,3% wszystkich próbek. Wysoka wartość błędu analizy dla próbek pobranych z punktu pomiarowego nr 67 i 68 (odpowiednio 63,8% oraz 56,8%) wynika z braku możliwości wykonania oznaczeń jonów NH_4^+ oraz HCO_3^- , ze względu na intensywne brązowe zabarwienie próbek.

W celu zapewnienia wysokiej wiarygodności oceny, do dalszej analizy i interpretacji wyników badań monitoringu chemicznego wykorzystano wyniki analiz chemicznych 360 próbek wód podziemnych (97,3% wszystkich analiz), dla których obliczony błąd analizy nie przekraczał 10% (Rysunek 1).



Rysunek 1. Rozkład błędu analizy na podstawie bilansu jonowego wody dla 370 analiz próbek wód podziemnych

5. METODYKA INTERPRETACJI WYNIKÓW

Zgodnie z ustaleniami umowy nr 15/2015/F z dnia 12 maja 2015 r., ocena stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych zagrożonych nieosiągnięciem dobrego stanu została przeprowadzona zgodnie z zapisami w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. 2016, poz. 85), a także wytycznymi zawartymi w opracowaniu „Adaptacja metodyk przedstawionych w poradnikach UE dotyczących oceny stanu chemicznego i ilościowego wód podziemnych; opracowanie procedur i "makr" dla przeprowadzenia analiz, obliczeń i ocen” (Kuczyńska i in., 2013a). Zgodnie z ww. opracowaniem, procedura ocena stanu chemicznego polega na wykonaniu łącznie 9 testów klasyfikacyjnych ukierunkowanych na potrzeby poszczególnych komponentów środowiska, użytkowników lub konsumentów wód podziemnych. Realizacja testów wymaga korzystania z informacji i źródeł zewnętrznych np. wyników oceny stanu ekosystemów powiązanych z wodami podziemnymi czy informacji na temat stanu wód powierzchniowych. Należy zaznaczyć, że dane dotyczące stanu poszczególnych komponentów środowiska, użytkowników lub konsumentów wód podziemnych nie są corocznie aktualizowane w pełnym zakresie, a ewentualny, negatywny wpływ zanieczyszczonych wód podziemnych na nie, nie następuje w skali roku. Dlatego w procedurze oceny stanu chemicznego uwzględniono dostępność danych niezbędnych do wykonania oceny, częstotliwość ich uaktualniania, jak również ich jakość i wiarygodność. Z tego względu przyjęto, że kompleksowa ocena stanu chemicznego, polegająca na przeprowadzeniu wszystkich testów klasyfikacyjnych, będzie przeprowadzana na podstawie danych z monitoringu diagnostycznego, w trakcie którego opróbowywane są punkty monitoringowe na terenie całego kraju. Natomiast ocena stanu chemicznego, przeprowadzana na podstawie wyników z monitoringu operacyjnego ogranicza się do wykonania testu klasyfikacyjnego C1 – ogólna ocena stanu chemicznego.

Ocenę stanu chemicznego wód podziemnych za rok 2015, przeprowadzono w systemie dwustopniowym. W pierwszej kolejności dokonano klasyfikacji jakości wód podziemnych w punktach monitoringowych, a następnie oceniono stan chemiczny wód podziemnych w granicach jednolitych części wód podziemnych.

Podstawą interpretacji były wyniki oznaczeń składu chemicznego próbek wód podziemnych pobranych w 2015 r. z punktów pomiarowych sieci monitoringu stanu chemicznego wód podziemnych, w ramach monitoringu operacyjnego oraz wyniki zebrane przez państwową służbę hydrogeologiczną (PSH) w ramach realizacji monitoringu lokalnego oraz kontroli punktów obserwacyjnych sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych.

5.1. KLASYFIKACJA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH W PUNKTACH POMIAROWYCH

W pierwszym etapie analizy przeprowadzono ocenę jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych. Przy ocenie jakości stosowano się do zasad określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych, Dz. U. 2016, poz. 85. Rozporządzenie to wprowadza wartości graniczne dla pięciu klas jakości wód podziemnych, przy czym klasy jakości od I do III odpowiadają wodom o dobrym stanie chemicznym, natomiast wody klas IV i V stanowią wody o słabym stanie chemicznym. Wartościami progowymi elementów fizyczno-chemicznych dobrego stanu chemicznego są wartości graniczne elementów fizyczno-chemicznych określone dla III klasy jakości wód podziemnych (Tabela 2).

Podczas wyznaczania klas jakości wód podziemnych w punktach monitoringowych uwzględniono następujące elementy fizyczno-chemiczne:

- pomiary terenowe: temperatura, tlen rozpuszczony, przewodność elektrolityczna w 20°C, pH;
- pomiary laboratoryjne: ogólny węgiel organiczny (TOC), NH₄, Sb, As, NO₃, NO₂, Ba, Be, B, Cl, Cr, CN, Sn, Zn, F, PO₄, Al, Cd, Co, Mg, Mn, Cu, Mo, Ni, Pb, K, Hg, Se, SO₄, Na, Ag, Tl, Ti, U, V, Ca, HCO₃, Fe.

W przypadku, gdy w danym punkcie w ciągu roku pobrano więcej niż jedną próbkę do przeprowadzenia analizy fizyczno-chemicznej, do wyznaczania klas jakości przyjęto wartość równą średniej arytmetycznej stężeń badanych elementów fizyczno-chemicznych. Wartości oznaczeń poniżej granicy oznaczalności ($<LOQ$) zastąpiono wartościami równymi połowie granicy oznaczalności ($<LOQ = 1/2 LOQ$) zgodnie z wymogami Dyrektywy 2009/90/WE.

Przy wyznaczaniu klas jakości były również brane pod uwagę wartości stężeń wskaźników organicznych (trichloroetenu, tetrachloroetenu, wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych WWA – 17 wskaźników, pestycydów chloroorganicznych – 20 wskaźników, pestycydów fosforoorganicznych – 10 wskaźników oraz lotnych węglowodorów aromatycznych – 6 wskaźników). Oznaczenia elementów organicznych przeprowadza się w wybranych punktach monitoringu stanu chemicznego (w 2015 roku było to 105 punktów), stąd są one uwzględniane przy wyznaczaniu klas jakości jedynie w przypadku tych punktów, dla których w danym roku została pobrana próbka na oznaczenia wskaźników organicznych. Szczegóły dotyczące oceny jakości w odniesieniu do wskaźników organicznych przedstawiono w rozdziale 5.4 i 6.4.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. 2016, poz. 85) przy określaniu klasy jakości zezwala na przekroczenie wartości granicznej wybranych elementów fizyczno-chemicznych, gdy jest ono spowodowane przez naturalne procesy oraz jeżeli stężenie to mieści się w granicach przyjętych dla kolejnej niższej klasy jakości. Wynik klasyfikacji jakości wód podziemnych w punkcie jest więc oparty zarówno na porównaniu wartości stężeń badanych wskaźników z wartościami granicznymi oraz na doświadczeniu i wiedzy osoby analizującej wyniki (metoda ekspercka). Zmianę klasyfikacji jakości w punkcie zastosowano w przypadku wszystkich punktów pomiarowych, w których odnotowano stężenia poszczególnych wskaźników w granicach stężeń właściwych dla poszczególnych klas jakości, od II do V. Wskaźnikami w przypadku, których poprawiono klasę jakości są: Mn, Fe, HCO_3 , NH_4 , TOC (geogeniczne pochodzenie), Temp, PEW, pH, O_2 (parametry terenowe). Zmianę klasyfikacji jakości w punkcie zastosowano w przypadku wszystkich punktów pomiarowych, w których odnotowano stężenia poszczególnych wskaźników w granicach stężeń właściwych dla poszczególnych klas jakości, od II do V. Każdy z tych punktów został przeanalizowany indywidualnie, ze zwróceniem uwagi zarówno na rodzaj jak i na liczbę wskaźników fizyczno-chemicznych badanej próbki odnotowanych w poszczególnych klasach jakości I–V. Przy określaniu klasy jakości w punkcie brano również pod uwagę oceny klasy jakości w badanym punkcie z lat ubiegłych. W miarę możliwości, w celu określenia prawdopodobnego, geogenicznego pochodzenia wskaźników, wyznaczając końcową klasę jakości korzystano z profili geologicznych punktów pomiarowych.

5.2. OCENA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH W ODNIESIENIU DO POSZCZEGÓLNYCH WSKAŹNIKÓW FIZYCZNO-CHEMICZNYCH

W celu identyfikacji składników fizyczno-chemicznych mających znaczny wpływ na ocenę stanu chemicznego wód podziemnych oraz stanowiących największe zagrożenie dla jakości wód podziemnych, przeprowadzono analizę, w której obliczono udział punktów w klasach jakości I–V, w ogólnej liczbie punktów zakwalifikowanych do oceny stanu chemicznego JCWPd, w odniesieniu do poszczególnych elementów fizyczno-chemicznych. Wyniki analizy przedstawiono w formie graficznej, w postaci wykresów kołowych (Rysunek od 2 do 19) oraz na mapach dla poszczególnych wskaźników (Załącznik od 5.1 do 5.17). Analizę przeprowadzono w odniesieniu do wszystkich punktów, uwzględniając podział na punkty o swobodnym i napiętym zwierciadle wody. Analizę przeprowadzono dla 42 nieorganicznych wskaźników fizyczno-chemicznych, które były brane pod uwagę przy wyznaczaniu klas jakości w punktach pomiarowych.

Ponadto, dla wskaźników fizyczno-chemicznych oznaczonych w laboratorium przeprowadzono analizę, w której sprawdzono, w ilu punktach odnotowano przekroczenie 75% wartości progowej TV.

5.3. OCENA STOPNIA ZANIECZYSZCZENIA WÓD PODZIEMNYCH AZOTANAMI

Ze względu na zagrożenie, jakie zarówno dla zdrowia ludzi jak i dobrego stanu ekosystemów lądowych i wodnych odgrywają stężenia azotanów w wodach podziemnych, wskaźnik ten jest w sposób szczególny traktowany przez ustawodawstwo europejskie i wymaga osobnej analizy. Dyrektywa Azotanowa ustanawia wartości progowe do określania wód zanieczyszczonych azotanami. Podstawowa klasyfikacja wprowadza wartość progową dobrego stanu chemicznego ze względu na stężenia azotanów w wodach podziemnych na poziomie 50 mgNO₃/l. Od 2008 r. stosuje się również klasyfikację podaną w zaleceniach Komisji Europejskiej dotyczących sprawozdawczości zgodnej z Artykułem 10 Dyrektywy Azotanowej (Komisja Europejska, 2011, poradnik: „Nitrates’ directive 91/676/CEE. Status and trends of aquatic environment and agricultural practice”), która wprowadza cztery przedziały wartości stężeń azotanów (Tabela 6).

Kryteria oceny stopnia zanieczyszczenia wód podziemnych azotanami zawarte w Ramowej Dyrektywie Wodnej (2000/60/WE) oraz w Dyrektywie Wód Podziemnych (2006/118/WE) są zgodne z tymi, jakie przedstawia Dyrektywa Azotanowa i wyznaczają wartość progową stężenia azotanów w wodach podziemnych na poziomie 50 mgNO₃/l, ustanawiając w ten sposób granicę między dobrym a słabym stanem chemicznym wód podziemnych. Krajowe przepisy prawne (RMŚ z 21 grudnia 2015 r.), wprowadzają wartości graniczne dla pięciu klas jakości wód podziemnych, przy czym stężenie na poziomie 50 mgNO₃/l stanowi wartość progową dla dobrego stanu chemicznego wód podziemnych (Tabela 7).

Tabela 6. Przedziały wartości stężeń do określania wód zanieczyszczonych azotanami zgodnie z Dyrektywą Azotanową 91/676/CEE i poradnikiem „Nitrates’ directive 91/676/CEE. Status and trends of aquatic environment and agricultural practice”

Rodzaj wód	Stężenie azotanów [mg/l]			
Wody podziemne	0–24,99	25–39,99	40–50	>50

Tabela 7. Wartości graniczne stężeń azotanów w klasach jakości wód podziemnych wg RMŚ z dn. 21 grudnia 2015 r.

Wskaźnik	Klasa I	Klasa II	Klasa III	Klasa IV	Klasa V
	Stężenie azotanów [mg/l]				
Azotany	10	25	50	100	>100

5.4. OCENA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH W PUNKTACH POMIAROWYCH NA PODSTAWIE WYNIKÓW OZNACZEŃ WSKAŹNIKÓW ORGANICZNYCH

Wyniki wartości stężeń wskaźników organicznych porównano z wartościami granicznymi klas jakości, wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2015 r., w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (Dz. U. nr 143, poz.896). Na tej podstawie wyznaczono klasy jakości w odniesieniu do elementów organicznych w 105 punktach, z których pobrano próbki na oznaczenia elementów organicznych. Następnie, klasy jakości ze względu na wartości stężeń wskaźników organicznych uwzględniono przy wyznaczaniu końcowych klas jakości w punktach pomiarowych opróbowanych w 2015 r. do oceny stanu chemicznego JCWPd.

5.5. OCENA STANU CHEMICZNEGO JCWPd ZAGROŻONYCH NIEOSIĄGNIĘCIEM DOBREGO STANU – TEST C.1 – OGÓLNA OCENA STANU CHEMICZNEGO

Zgodnie z przyjętą metodyką ocena stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych zagrożonych nieosiągnięciem stanu dobrego według danych z monitoringu operacyjnego, przeprowadzona została zgodnie z procedurą testu klasyfikacyjnego C.1 – Ogólna ocena stanu chemicznego.

Celem testu jest identyfikacja ryzyka związanego z zanieczyszczeniem wód podziemnych w całym obszarze JCWPd poprzez ustalenie zakresu wskaźników wpływających na słaby stan chemiczny JCWPd a także

przestrzennego zasięgu zanieczyszczenia wód podziemnych. Test wykonywano w dwóch etapach. W pierwszym etapie oceny stanu chemicznego, na podstawie analizy jakości wody w punkcie pomiarowym, przeprowadzono porównanie wartości stężeń wskaźników zanieczyszczeń z obowiązującymi wartościami progowymi dobrego stanu chemicznego (GWB-TV). W drugim etapie dokonano agregacji wyników punktowych w wydzielonych kompleksach wodonośnych w jednolitej części wód podziemnych oraz w obszarze całej JCWPd. Agregacja danych daje poglądowe spojrzenie na średnie wartości stężeń poszczególnych wskaźników w kompleksach i w JCWPd. Brak przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych dla wartości średnich pozwala przypuszczać, że odnotowane przekroczenia TV w pojedynczych punktach występują lokalnie i nie mają wpływu na stan chemiczny w całej jednostce.

Aby móc wykonać ogólną ocenę stanu chemicznego JCWPd konieczna jest znajomość hydrodynamiki badanej jednostki. W tym celu wykorzystano charakterystyki JCWPd, modele koncepcyjnych, a w niektórych przypadkach modele numeryczne JCWPd.

Podstawowymi danymi do przeprowadzenia testu były wyniki oznaczeń wskaźników fizyczno-chemicznych w próbkach wód podziemnych pobranych w ramach monitoringu operacyjnego oraz innych zadań PSH w 2015 r., zlokalizowanych na terenie JCWPd zakwalifikowanych do oceny stanu według danych z 2015 r. W celu zapewnienia wysokiej wiarygodności oceny, do analizy i interpretacji wyników badań monitoringu chemicznego w teście C.1 – ogólna ocena stanu chemicznego, wykorzystano jedynie wyniki analiz chemicznych, dla których obliczony błąd analizy nie przekraczał 10%. Z dalszej analizy wykluczono także punkty położone w obszarach współwystępowania zwykłych wód podziemnych z wodami mineralnymi. Próbkę pobrane z punktów położonych w obszarach współwystępowania zwykłych wód podziemnych z wodami mineralnymi charakteryzują się wielojonowym składem chemicznym i wysoką mineralizacją. Po zastosowaniu powyższych kryteriów, do przeprowadzenia testu wykorzystano łącznie wyniki analiz chemicznych próbek wód podziemnych pobranych łącznie z 356 punktów pomiarowych, z czego 264 punkty zostały opróbowane w ramach monitoringu operacyjnego, a 90 w ramach innych zadań państwowej służby hydrogeologicznej. W punktach nr 1404 i 1366 próbki zostały pobrane zarówno w ramach monitoringu operacyjnego jak i w ramach kontroli technicznej stacji. Ponadto wykorzystano również wyniki analizy hydrochemicznej wód podziemnych, a także wyniki analizy presji dla poszczególnych części i subczęści wód podziemnych.

W pierwszym etapie testu przeprowadzono klasyfikację jakości wód podziemnych w punkcie pomiarowym, zgodnie z opisem zamieszczonym w rozdziale 5.1. Posłużyło to sprawdzeniu, czy w obszarze JCWPd, w jakimkolwiek punkcie monitoringowym, nastąpiło przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych. Ponadto, określono także stan chemiczny ujmowanych kompleksów wodonośnych poprzez sprawdzenie, czy i w odniesieniu do jakich wskaźników, nastąpiło przekroczenie średnich wartości stężeń zanieczyszczeń w stosunku do wartości progowych dobrego stanu chemicznego wód podziemnych w poszczególnych punktach pomiarowych.

Z uwagi na skomplikowaną budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne na przeważającym obszarze Polski oraz fakt występowania wód podziemnych w JCWPd w wielopoziomowych strukturach mających charakter wielopiętrowych jednostek hydrogeologicznych składających się najczęściej z kilku pięter, a niekiedy nawet ponad dziesięciu poziomów wodonośnych stwierdzono, że objęcie monitoringiem wszystkich poziomów czy pięter nie jest możliwe. Dlatego pogrupowano poszczególne poziomy i/lub piętra w trzy kompleksy wodonośne, uwzględniając zarówno warunki hydrogeologiczne, dynamikę i presję wywieraną na nie. I tak:

1. **Pierwszy kompleks wodonośny** obejmuje płytko występujące wody w pierwszym od powierzchni terenu poziomie wodonośnym o zwierciadle swobodnym, lokalnie napiętym. Pozostaje on w dynamicznych relacjach z wodami powierzchniowymi i ekosystemami zależnymi od wód podziemnych. Jego główną cechą jest wrażliwość na oddziaływanie antropopresji i wysoka podatność na zanieczyszczenie.
2. **Drugi kompleks wodonośny** to przeważnie drugi od powierzchni poziom wodonośny (ewentualnie kilka poziomów pozostających w kontakcie hydraulicznym), z warstwami słabo-

i półprzepuszczalnymi w nadkładzie. Są to wody o zwierciadle napiętym, rzadko swobodnym, stanowiące najczęściej główny użytkowy poziom wodonośny.

3. **Trzeci kompleks wodonośny** tworzą najniżej występujące z rozpoznanych użytkowych poziomów wodonośnych, mogące lokalnie współwystępować z wodami mineralnymi.

W wyniku przeprowadzenia testu C.1 wyznaczono ocenę stanu chemicznego wód podziemnych JCWPd, która została poprzedzona przestrzenną analizą hydrogeologiczną polegającą na określeniu szacowanego zasięgu zanieczyszczenia.

Zasięg zanieczyszczeń wyznaczono biorąc pod uwagę stosunek całkowitej powierzchni JCWPd do powierzchni scalonych zlewni wód powierzchniowych, w których odnotowano przekroczenie wartości progowych dobrego stanu wód podziemnych. Wykorzystanie powierzchni scalonych części wód powierzchniowych (SCWP) jest szczególnie uzasadnione w przypadku wód pierwszego kompleksu wodonośnego, ponieważ są to głównie wody o zwierciadle swobodnym, pozostające w relacjach z wodami powierzchniowymi i ekosystemami lądowymi zależnymi od wód podziemnych. Kompleks drugi to wody poziomów użytkowych o zwierciadle napiętym, lokalnie swobodnym, bardzo często o zasięgu regionalnym wykraczającym poza granice danej JCWPd. W tym przypadku określenie zasięgu zanieczyszczenia stwierdzonego w punkcie badawczym jest bardziej skomplikowane i powinno być wykonane przez eksperta – hydrogeologa. Wymaga to wykorzystania szeregu dodatkowych danych źródłowych i informacji o systemie hydrogeologicznym, np. z modelu pojęciowego JCWPd, bazy danych MhP (jednostki hydrogeologiczne MhP) i innych. Należy również wykorzystać metody interpretacji przestrzennej oparte na interpolacji i ekstrapolacji wartości stężeń oznaczonych w punktach badawczych, posilając się wiedzą o warunkach filtracji i transportu substancji w wodach podziemnych.

Zasięg zanieczyszczenia obliczono dla każdego punktu monitoringowego, w którym odnotowano przekroczenie wartości progowych dobrego stanu chemicznego. W sytuacji, gdy punkty te zlokalizowane są w różnych SCWP, obliczone powierzchnie sumowano.

Uwzględniając wielowarstwowość JCWPd, ustalono, że maksymalna dopuszczalna powierzchnia zasięgu zanieczyszczeń w JCWPd jednokompleksowych wynosi 20% powierzchni JCWPd. W przypadku, gdy w pierwszym kompleksie wodonośnym odnotowano przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego a w drugim nie, maksymalny zasięg zanieczyszczeń może wynosić 40%. W sytuacji, gdy nie odnotowano przekroczeń w pierwszym kompleksie tylko w drugim, maksymalny dopuszczalny zasięg zanieczyszczeń może wynosić 20% analizowanej JCWPd. Związane jest to z tym, że wody drugiego kompleksu stanowią na ogół poziomy użytkowe. Jeżeli JCWPd, w której istnieją co najmniej dwa kompleksy wodonośne, i w obu odnotowano przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, suma oszacowanych zasięgów przekroczeń wartości progowej dobrego stanu dla obu kompleksów nie może przekraczać 40%.

Ostatnim elementem testu było wyznaczenie oceny stanu chemicznego JCWPd wg testu C.1 i określenie jej wiarygodności. Zastosowano podział na wiarygodność dostateczną (DW) i niską (NW). O wiarygodności oceny stanu w teście C.1, decydowała liczba punktów pomiarowych w poszczególnych JCWPd, ich rozmieszczenie i gęstość sieci monitoringowej oraz długość ciągów pomiarowych.

6. OCENA STANU CHEMICZNEGO JEDNOLITYCH CZĘŚCI WÓD PODZIEMNYCH WG DANYCH Z 2015 ROKU

6.1. OCENA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH W PUNKTACH POMIAROWYCH

Ocenę jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych przeprowadzono w odniesieniu do 356 punktów wykorzystanych do oceny stanu JCWPd wg danych z 2015 r., z czego 264 punkty zostały opróbowane w ramach monitoringu operacyjnego, 90 w ramach innych zadań państwowej służby hydrogeologicznej, a 2 w ramach obu tych zadań.

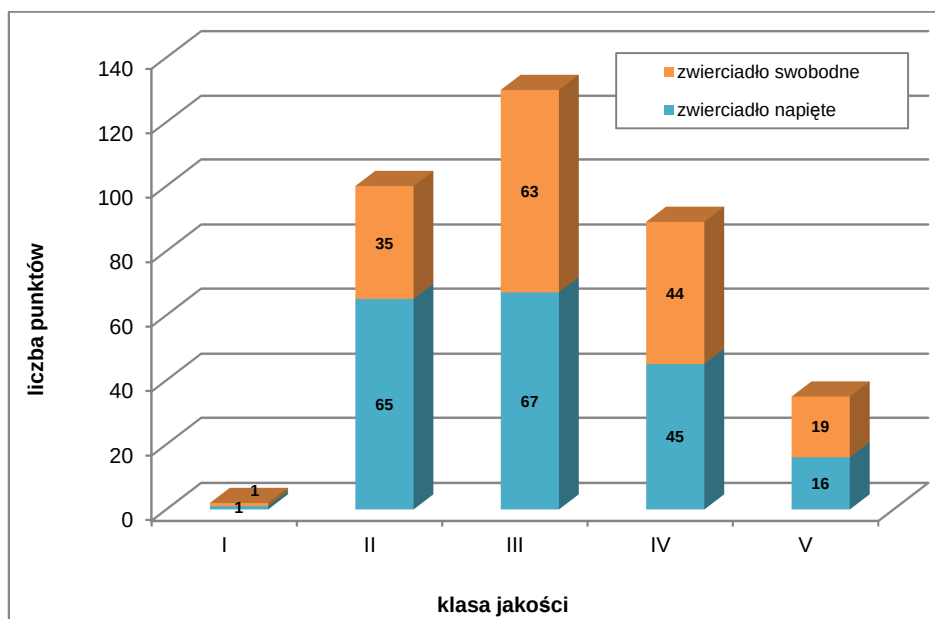
Klasy jakości wyznaczono zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. 2016, poz. 85). Spośród 356 punktów wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., w 144 punktach pomiarowych zmieniono klasę jakości metodą ekspercką, ze względu na podwyższone wartości stężeń wskaźników o pochodzeniu geogenicznym. W 4 przypadkach klasę jakości zmieniono z klasy II na I, w 68 przypadkach – z klasy III na II, w 32 przypadkach – z klasy IV na III, natomiast w 40 przypadkach – z klasy V na IV. W większości przypadków ekspercką zmianę klasy jakości przeprowadzono ze względu na przekroczenia żelaza i/lub manganu – 62 spośród wszystkich 144 przypadków. Podwyższone stężenia tych pierwiastków są spowodowane przez naturalne procesy. W pozostałych przypadkach zmieniono klasy jakości przeprowadzono ze względu na wyniki pomiarów terenowych (temperatura, tlen rozpuszczony, pH) lub ze względu na następujące wskaźniki: jon amonowy, ogólny węgiel organiczny i wodorowęglany, których pochodzenie ma prawdopodobnie charakter geogeniczny.

Biorąc pod uwagę końcowe klasy jakości, spośród 356 punktów, w 2 punktach klasę jakości określono jako I, w 100 punktach – II, w 130 punktach – III, w 89 punktach – IV, a w 35 punktach jako V. Biorąc pod uwagę charakter zwierciadła wody, klasyfikacja jakości w punktach przedstawia się następująco: wśród 162 punktów o swobodnym zwierciadle wody, w 1 punkcie stwierdzono I klasę jakości, w 35 punktach – II klasę jakości, w 63 punktach – III klasę jakości, w 44 punktach – IV klasę jakości oraz w 19 punktach – V klasę jakości (Rysunek 2, Tabela 8, Załącznik 5). Wśród 194 punktów ujmujących wody o zwierciadle napiętym, w 1 punkcie wodę zakwalifikowano do I klasy jakości, w 65 punktach do II jakości, w 67 punktach do III jakości, w 45 punktach do IV klasy jakości i w 16 punktach do V klasy jakości.

Wśród punktów ujmujących poziomy wodonośne o zwierciadle swobodnym, udział punktów w klasach jakości I–V kształtował się w 2015 r. następująco: klasa I – 0,62%, klasa II – 21,60%, klasa III – 38,89%, klasa IV – 27,16% i klasa V – 11,73%. Wśród punktów ujmujących poziomy wodonośne o zwierciadle napiętym, rozkład ten kształtował się następująco: klasa I – 0,52%, klasa II – 33,51%, klasa III – 34,54%, klasa IV – 23,20% oraz klasa V – 8,25%.

Podsumowując, wśród wszystkich 356 punktów wykorzystanych do oceny stanu chemicznego według danych z 2015 r. dominują wody III klasy jakości, stanowiące 36,52% wszystkich punktów. Wody I klasy jakości stwierdzono w 0,56% punktów, wody II klasy jakości – w 28,09%, wody IV klasy jakości – w 25,00%, a wody V klasy jakości – w 9,83% (Tabela 8). Oznacza to, że w 65,17% punktów stan chemiczny wód podziemnych określono jako dobry. W pozostałych 34,83% punktów stan chemiczny określono jako słaby. Wśród punktów, dla których stan chemiczny określono jako słaby większy udział mają wody IV klasy jakości – 25,00%.

Graficzna interpretacja wyników oceny jakości wód podziemnych w punktach w 2015 r. przedstawiona jest na mapach (Załącznik 5). Tabelaryczne zestawienie ocen jakości wód w punktach zawarte jest w Załączniku 4.



Rysunek 2. Liczba punktów monitoringowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego wg danych z 2015 r., z podziałem na klasy jakości I–V, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody

Tabela 8. Wyniki klasyfikacji jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych monitoringu wód podziemnych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r.

Charakter punktu	Liczba punktów pomiarowych	DOBRY STAN CHEMICZNY WÓD PODZIEMNYCH			SŁABY STAN CHEMICZNY WÓD PODZIEMNYCH	
		I klasa jakości	II klasa jakości	III klasa jakości	IV klasa jakości	V klasa jakości
zwierciadło swobodne	162	1	35	63	44	19
zwierciadło napięte	194	1	65	67	45	16
ogółem	356	2	100	130	89	35

Charakter punktu	Liczba punktów pomiarowych	DOBRY STAN CHEMICZNY WÓD PODZIEMNYCH			SŁABY STAN CHEMICZNY WÓD PODZIEMNYCH	
		I klasa jakości	II klasa jakości	III klasa jakości	IV klasa jakości	V klasa jakości
zwierciadło swobodne	162	0,62%	21,60%	38,89%	27,16%	11,73%
zwierciadło napięte	194	0,51%	33,50%	34,54%	23,20%	8,25%
ogółem	356	0,56%	28,09%	36,52%	25,00%	9,83%

6.2. OCENA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH W ODNIESIENIU DO POSZCZEGÓLNYCH WSKAŹNIKÓW FIZYCZNO-CHEMICZNYCH

Na podstawie wyników oznaczeń wskaźników fizyczno-chemicznych w próbkach wód podziemnych pobranych z 356 punktów pomiarowych, wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., przeprowadzono ocenę jakości wód podziemnych w odniesieniu do poszczególnych wskaźników fizyczno-chemicznych. Analizę wykonano w odniesieniu do klas jakości wyznaczonych w punktach pomiarowych, na podstawie wartości równych średniej arytmetycznej stężeń badanych elementów fizyczno-chemicznych w 2015 r. Wyniki przeprowadzonej analizy, z wyszczególnieniem liczby punktów oraz procentowego udziału punktów w poszczególnych klasach jakości, dla 42 wskaźników fizyczno-chemicznych uwzględnionych przy wyznaczaniu klas jakości w punktach przedstawia Tabela 9.

Spośród 42 wskaźników fizyczno-chemicznych dla 6 wskaźników (antymon, cyjanki wolne, cyna, ołów, rtęć i srebro) nie stwierdzono przekroczenia wartości granicznej I klasy jakości w żadnym punkcie pomiarowym. Dla kolejnych 6 wskaźników (beryl, chrom, kadm, tytan, tal i wanad) wszystkie wyniki oznaczeń mieszczą się w zakresie stężeń odpowiednich dla I i II klasy jakości. W odniesieniu do wyników pomiarów tlenu rozpuszczonego oraz oznaczeń stężeń miedzi, kobaltu i fluorków wszystkie wartości mieszczą się w zakresie odpowiednim dla klas I–III, czyli odpowiadają dobremu stanowi chemicznemu. Do kolejnej grupy 9 wskaźników zaliczono: przewodność elektrolityczną właściwą, temperaturę, bar, bor, glin, magnez, molibden, selen i uran. W przypadku tych wskaźników, spośród oznaczeń w 356 punktach pomiarowych, jedynie w odniesieniu do maksymalnie trzech punktów stwierdzono przekroczenie wartości progowej stanu dobrego.

Dla wyżej wymienionych, łącznie 25 elementów, ocenę jakości w punktach pomiarowych w odniesieniu do poszczególnych wskaźników fizyczno-chemicznych zakończono na tym etapie. Wyniki analiz z 2015 r. dla tych wskaźników charakteryzują się niskimi stężeniami w wodach podziemnych i nie decydują o słabej ocenie stanu chemicznego w punktach pomiarowych.

Dla pozostałych 17 wskaźników (odczyn pH, ogólny węgiel organiczny, jon amonowy, arsen, azotany, azotyny, chlorki, cynk, fosforany, mangan, nikiel, potas, sód, siarczany, wapń, wodorowęglany, żelazo) w co najmniej 4 punktach pomiarowych stężenia wskaźnika mieszczą się w IV lub V klasie jakości, co decyduje o słabym stanie chemicznym w punkcie. Dla tej grupy wskaźników przeprowadzono szczegółową analizę jakości wód w punktach pomiarowych w odniesieniu do poszczególnych wskaźników. Dla każdego wskaźnika sporządzono wykresy kołowe przedstawiające udział punktów w poszczególnych klasach jakości, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody (Rysunek od 3 do 18) oraz opracowano mapy z klasami jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych w odniesieniu do stężeń danego wskaźnika (Załącznik 5.1–5.17). Wszystkie elementy, które poddano szczegółowej analizie zaznaczono kolorem w Tabeli 9. Analizę dla azotanów przedstawiono oddzielnie, w rozdziale 6.3.

Tabela 9. Liczba punktów oraz procentowy udział punktów w klasach jakości I–V, w odniesieniu do poszczególnych wskaźników fizyczno-chemicznych na podstawie badań w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu JCWPd wg danych z 2015 r.

Wskaźnik	Symbol	Liczba punktów w poszczególnych klasach jakości					Procentowy udział punktów w poszczególnych klasach jakości					Procentowy udział punktów o stanie	
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	DOBRYM	SŁABYM
Temperatura	temp	71	230	52	2	0	20,00	64,79	14,65	0,56	0,00	99,44	0,56
Tlen rozpuszczony	O ₂	149	31	175	0	0	41,97	8,73	49,30	0,00	0,00	100,00	0,00
Przewodność elektrolityczna właściwa	PEW	257	96	0	0	2	72,39	27,04	0,00	0,00	0,56	99,44	0,56
Odczyn pH	pH	323	0	0	30	0	91,50	0,00	0,00	8,50	0,00	91,50	8,50
Ogólny węgiel organiczny	TOC	301	34	0	12	9	84,55	9,55	0,00	3,37	2,53	94,10	5,90
Jon amonowy	NH ₄	243	64	20	14	15	68,26	17,98	5,62	3,93	4,21	91,85	8,15
Antymon	Sb	356	0	0	0	0	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Arsen	As	341	0	11	4	0	95,79	0,00	3,09	1,12	0,00	98,88	1,12
Azotany	NO ₃	265	28	38	20	5	74,44	7,87	10,67	5,62	1,40	92,98	7,02
Azotyny	NO ₂	305	41	5	4	1	85,67	11,52	1,40	1,12	0,28	98,60	1,40
Bar	Ba	350	4	1	1	0	98,31	1,12	0,28	0,28	0,00	99,72	0,28
Beryl	Be	354	2	0	0	0	99,44	0,56	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Bor	B	345	10	0	1	0	96,91	2,81	0,00	0,28	0,00	99,72	0,28
Chlorki	Cl	300	42	6	4	4	84,27	11,80	1,69	1,12	1,12	97,75	2,25
Chrom	Cr	355	1	0	0	0	99,72	0,28	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Cyjanki wolne	CN	356	0	0	0	0	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Cyna	Sn	356	0	0	0	0	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Cynk	Zn	316	25	7	6	2	88,76	7,02	1,97	1,69	0,56	97,75	2,25
Fluorki	F	352	3	1	0	0	98,88	0,84	0,28	0,00	0,00	100,00	0,00
Fosforany	PO ₄	343	0	5	3	2	97,17	0,00	1,42	0,85	0,57	98,58	1,42
Glin	Al	352	3	0	1	0	98,88	0,84	0,00	0,28	0,00	99,72	0,28
Kadm	Cd	349	7	0	0	0	98,03	1,97	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Kobalt	Co	350	4	2	0	0	98,31	1,12	0,56	0,00	0,00	100,00	0,00
Magnez	Mg	330	17	8	0	1	92,70	4,78	2,25	0,00	0,28	99,72	0,28
Mangan	Mn	85	196	50	0	25	23,88	55,06	14,04	0,00	7,02	92,98	7,02
Miedź	Cu	352	3	1	0	0	98,88	0,84	0,28	0,00	0,00	100,00	0,00
Molibden	Mo	341	14	0	0	1	95,79	3,93	0,00	0,00	0,28	99,72	0,28
Nikiel	Ni	333	8	6	7	2	93,54	2,25	1,69	1,97	0,56	97,47	2,53
Ołów	Pb	356	0	0	0	0	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Potas	K	314	0	16	3	23	88,20	0,00	4,49	0,84	6,46	92,70	7,30
Rtęć	Hg	356	0	0	0	0	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Selen	Se	351	4	0	1	0	98,60	1,12	0,00	0,28	0,00	99,72	0,28
Siarczany	SO ₄	193	150	0	9	4	54,21	42,13	0,00	2,53	1,12	96,35	3,65
Sód	Na	331	19	0	3	3	92,98	5,34	0,00	0,84	0,84	98,31	1,69
Srebro	Ag	356	0	0	0	0	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Tal	Tl	346	10	0	0	0	97,19	2,81	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Tytan	Ti	355	1	0	0	0	99,72	0,28	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Uran	U	347	0	6	3	0	97,47	0,00	1,69	0,84	0,00	99,16	0,84
Wanad	V	349	7	0	0	0	98,03	1,97	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Wapń	Ca	66	154	129	4	3	18,54	43,26	36,24	1,12	0,84	98,03	1,97
Wodorowęglany	HCO ₃	112	163	71	9	1	31,46	45,79	19,94	2,53	0,28	97,19	2,81
Żelazo	Fe	95	56	129	47	29	26,69	15,73	36,24	13,20	8,15	78,65	21,35

Odczyn pH (razem z potencjałem utleniająco-redukcyjnym) jest wskaźnikiem określającym warunki fizyczno-chemiczne migracji substancji w wodach podziemnych, w tym również substancji toksycznych. Ocenę odczynu pH można więc dokonywać ze względu na oddziaływanie samego odczynu, ale również jako wskaźnika możliwości wystąpienia w wodach podziemnych skażenia substancjami toksycznymi (Witczak, Kania, Kmiecik 2013).

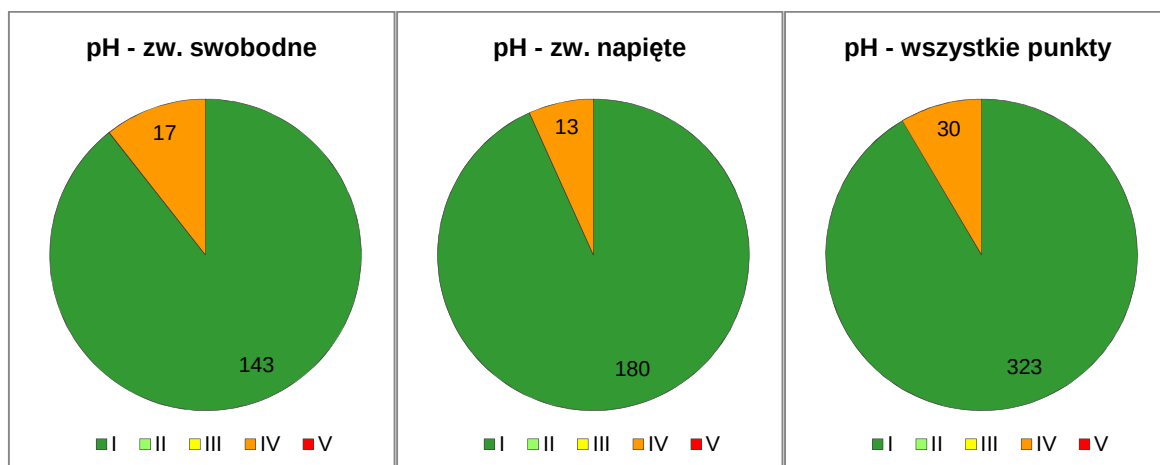
Według pomiarów odczynu pH w punktach pomiarowych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., w 91,5% punktów stan wód określono jako dobry. Stan słaby stwierdzono w 30 punktach, co stanowi 8,5% punktów. Częściej słaby stan wód ze względu na odczyn pH obserwuje się w wodach podziemnych o swobodnym zwierciadle wody (Rysunek 3). Zakwalifikowanie punktów do IV klasy jakości związane jest przede wszystkim ze zbyt niskim odczynem wody ($<6,5$). Punkty, które ze względu na odczyn wody zostały zakwalifikowane do IV klasy jakości występują zwykle grupowo (Załącznik 5.1), szczególnie w obszarach związanych z górnictwem (m.in. Sudecki Okręg Przemysłowy, Górnośląski Okręg Przemysłowy, Tarnobrzski Okręg Przemysłowy).

Ogólny węgiel organiczny (TOC) – parametr ogólny, informujący o obecności substancji organicznych w wodach podziemnych. Podwyższone wartości ogólnego węgla organicznego występują w rejonach naturalnych nagromadzeń substancji organicznej (obszary bagien i torfowisk, formacje geologiczne zawierające duże nagromadzenia substancji organicznych) oraz w rejonach sztucznych. Antropogeniczne zanieczyszczenie wód podziemnych mogą być związane z większością ognisk zanieczyszczeń, w tym m.in. ze składowiskami odpadów komunalnych, cmentarzami, mogiłnikami zwierząt, rafineriami, rurociągami, magazynami i stacjami paliw, drogami, lotniskami, aglomeracjami miejsko-przemysłowymi, obiektami związanymi z przetwórstwem produktów rolniczych (Macioszczyk, Dobrzyński, 2002; Witczak, Kania, Kmiecik, 2013).

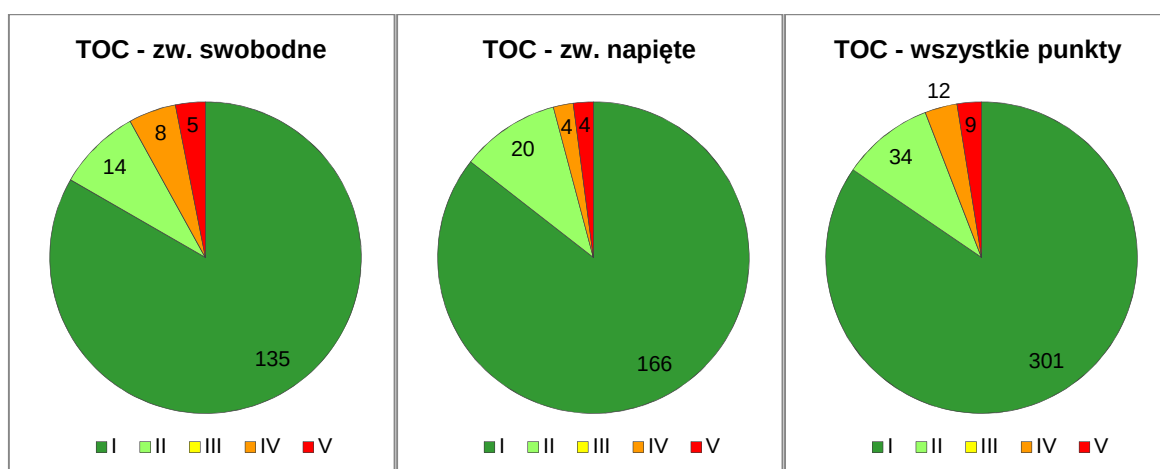
Według wartości stężeń ogólnego węgla organicznego w punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., w 94,10% punktów stan wód określono jako dobry. Stan słaby stwierdzono w 21 punktach, co stanowi 5,90% punktów (Rysunek 4, Załącznik 5.2). Dość często podwyższone wartości stężeń TOC związane są z obecnością osadów organicznych w nadkładzie ujmowanych warstw wodonośnych i mają charakter geogeniczny.

Jon amonowy – typowy składnik naturalnych wód podziemnych o warunkach redukcyjnych lub przejściowych. Głównym źródłem jonu amonowego w wodach podziemnych jest rozkład materii organicznej zawierającej azot. Pochodzenie tej materii organicznej może być zarówno naturalne, jak i antropogeniczne (np. nawozy organiczne, ścieki związane z rolnictwem, ścieki bytowe, składowiska odpadów komunalnych i przemysłowych). Stąd jon amonowy jest typowym wskaźnikiem zanieczyszczeń wód podziemnych, a w szczególności płytkich wód gruntowych. Stwierdzenie źródła pochodzenia jonu amonowego (czy jest to składnik naturalny czy wskaźnik zanieczyszczenia) wymaga pogłębionej analizy hydrogeologicznej i hydrogeochemicznej, w szczególności uwzględniającej warunki redox oraz powiązanie warunków krążenia z występowaniem ognisk zanieczyszczeń (Macioszczyk, Dobrzyński, 2002; Witczak, Kania, Kmiecik, 2013).

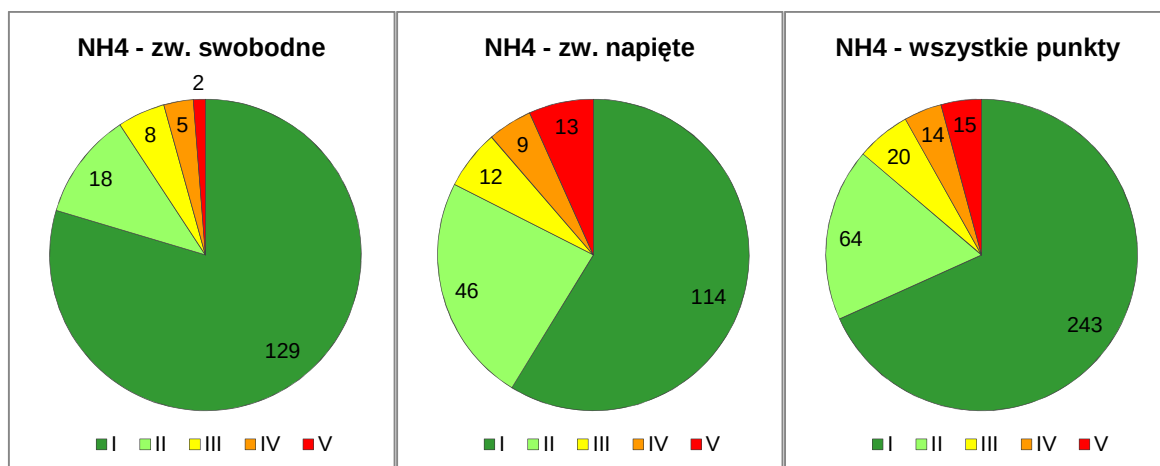
Według wartości stężeń jonu amonowego w punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., w 91,85% punktów stan wód określono jako dobry. Stan słaby stwierdzono w 29 punktach, co stanowi 8,15% punktów (Rysunek 5, Załącznik 5.3). Zdecydowanie większy udział punktów o słabym stanie chemicznym, a także udział punktów poza pierwszą klasą jakości obserwuje się wśród punktów o napiętym zwierciadle wody. Jest to związane z faktem, że w wodach tych mogą panować warunki redukcyjne lub przejściowe. Podwyższone wartości stężeń jonu amonowego występują m.in. na obszarze Żuław Wiślanych.



Rysunek 3. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości pomiarów odczynu pH



Rysunek 4. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń ogólnego węgla organicznego



Rysunek 5. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń jonu amonowego

Azotyny są związkami nietrwałymi, stanowiącymi przejściową formę w przemianach, jakim podlegają związki azotowe w środowisku wodnym. Powstają zależnie od warunków utleniająco-redukcyjnych w wyniku utleniania jonu amonowego lub redukcji azotanów. Ich źródłem jest najczęściej rozkład organicznych związków azotowych (naturalnych lub będących zanieczyszczeniami antropogenicznymi). Ze względu na nietrwały charakter azotynów, można je uważać za istotny wskaźnik świeżego zanieczyszczenia wód substancjami organicznymi (Witczak, Kania, Kmiecik, 2013).

Według wartości stężeń azotynów w punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., w 98,60% punktów stan wód określono jako dobry. Stan słaby stwierdzono w 5 punktach, co stanowi 1,40% punktów (Rysunek 6, Załącznik 5.6).

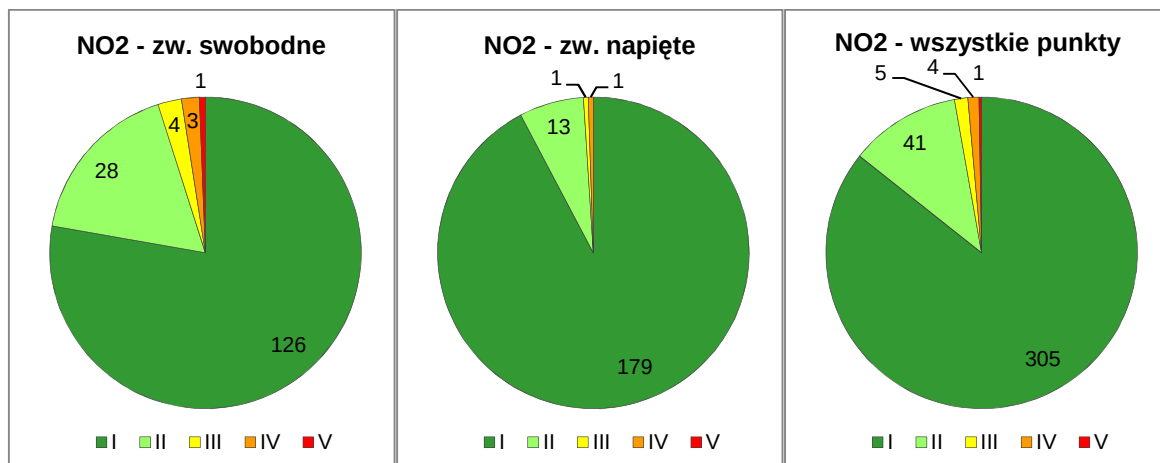
Żelazo i mangan – pierwiastki powszechnie występujące w środowisku, których stężenie w wodach jest najczęściej limitowane przez warunki utleniająco-redukcyjne oraz pH środowiska. Do wód podziemnych przedostają się w wyniku wietrzenia i ługowania minerałów skał magmowych i osadowych. Najpowszechniejszą formą występowania pierwiastków w typowych wodach podziemnych są jony Fe^{2+} i Mn^{2+} . Zmiana form występowania żelaza może być bezpośrednią przyczyną zmian jego zawartości w wodzie (np. uruchamianie procesów hydrogeochemicznych związanych z podwyższeniem Eh i obniżeniem pH wody w obrębie lejów depresyjnych strefy aeracji, które prowadzą do wzrostu stężeń żelaza w wodach podziemnych). Znaczne stężenia żelaza występują w wodach w utworach czwartorzędowych, zwłaszcza w strefach występowania podwyższonych ilości substancji organicznej. Wysokie stężenia żelaza spotykane są w wytworzonych naturalnie lub pod wpływem antropopresji kwaśnych środowiskach, zawierających znaczne ilości substancji organicznej. Szczególnie wysokie stężenia żelaza mogą występować np. w rejonie składowisk odpadów górniczych (np. w rejonie Górnośląskiego Zagłębia Górniczego), w strefach ulatniania kopalń rud siarczkowych, węgla oraz żelaza w trakcie ich działania lub po likwidacji a także w strefie aeracji lejów depresji wytworzonych przy eksploatacji wód czy odwodnieniach (Macioszczyk, Dobrzyński, 2002; Witczak, Kania, Kmiecik, 2013).

Podwyższone stężenia manganu w wodach podziemnych mogą mieć zarówno przyczyny naturalne jak i antropogeniczne. Ze względu na silną zależność stężeń manganu od pH wody, w środowiskach kwaśnych, wytworzonych naturalnie lub pod wpływem antropopresji, mogą występować wysokie stężenia manganu (Macioszczyk, Dobrzyński, 2002; Witczak, Kania, Kmiecik, 2013).

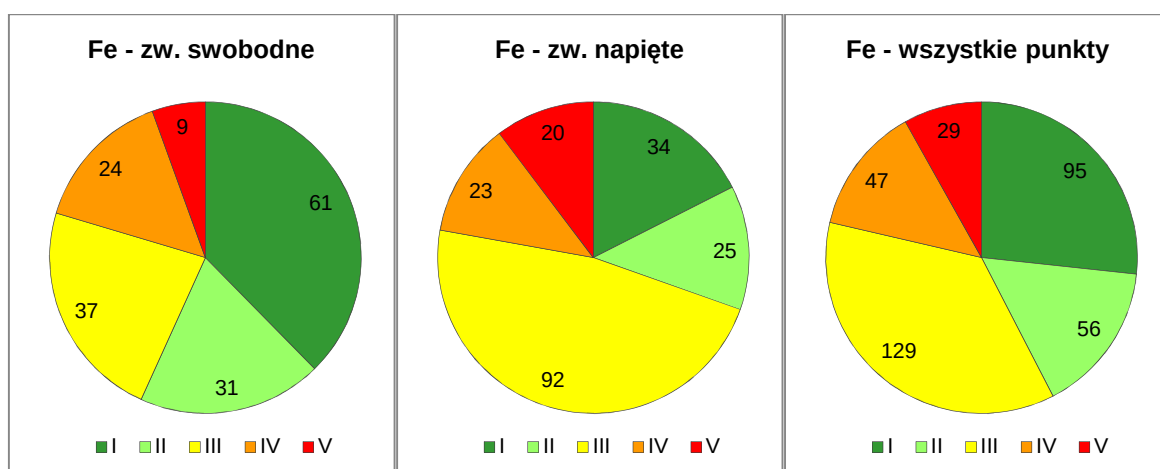
Według wartości stężeń poszczególnych wskaźników w punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., żelazo i mangan prezentują najbardziej urozmaicony rozkład w poszczególnych klasach jakości. Ze względu na stężenie żelaza w 78,65% punktów stan wód określono jako dobry. Stan słaby stwierdzono w 76 punktach, co stanowi 21,35% punktów (Rysunek 7, Załącznik 5.16). Ze względu na stężenie manganu w 92,98% punktów stan wód określono jako dobry. Stan słaby stwierdzono w 25 punktach, co stanowi 7,02% punktów (Rysunek 8, Załącznik 5.9). W wielu przypadkach stężenia żelaza i manganu nie decydowały o słabym stanie chemicznym wód w punkcie pomiarowym. Ze względu na geogeniczne pochodzenie wskaźników, w wielu punktach przeprowadzono ekspercką zmianę klasy jakości.

Nikiel – podwyższone stężenia niklu w wodach podziemnych mogą być związane ze strefami występowania skał ultrazasadowych oraz złóż metali kolorowych. Do najważniejszych czynników wpływających na stężenie niklu w wodach podziemnych należy odczyn pH (większa migracja w środowisku kwaśnym), adsorpcja oraz zanieczyszczenia pochodzenia antropogenicznego (ścieki komunalne, ścieki kopalniane, ścieki związane z przemysłem metalurgicznym, ceramicznym i szklarskim, emisje pyłowe związane ze spalaniem węgla). W kwaśnym środowisku, które zwykle występuje przy zanieczyszczeniach przemysłowych i kopalnianych, nikiel łatwo podlega ługowaniu i przenika do wód podziemnych (Macioszczyk, Dobrzyński, 2002; Witczak, Kania, Kmiecik, 2013).

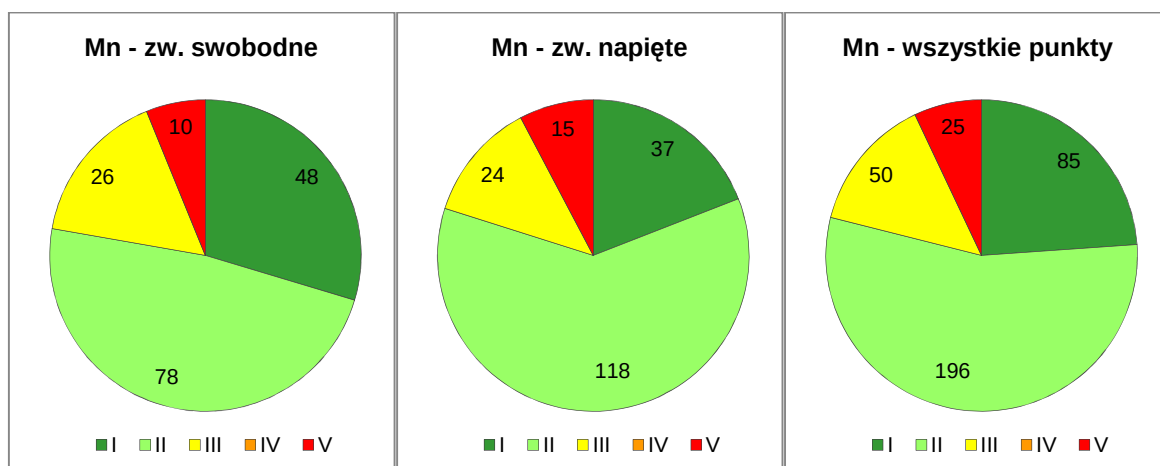
Według wartości stężeń niklu w punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., w 97,47% punktów stan wód określono jako dobry. Stan słaby stwierdzono w 9 punktach, co stanowi 2,53% punktów (Rysunek 9, Załącznik 5.10).



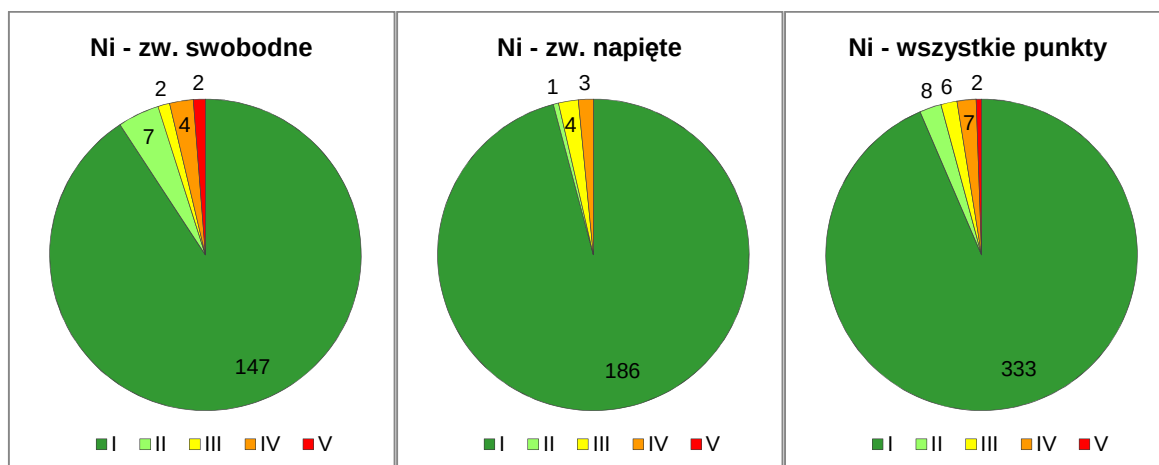
Rysunek 6. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń azotynów



Rysunek 7. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń żelaza



Rysunek 8. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń manganu



Rysunek 9. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń niklu

Cynk – cynk powszechnie występuje w wodach podziemnych, a jego migracji sprzyja kwaśny odczyn wód. Podwyższone wartości cynku są związane przede wszystkim ze strefami utleniania złóż cynku i ołowiu (w sąsiedztwie tworzą się hydrogeochemiczne aureole rozproszenia o zasięgu do kilkunastu kilometrów) oraz z zanieczyszczeniami antropogenicznymi (ścieki komunalne i przemysłowe, zwłaszcza z zakładów wzbogacania rud cynku). Innym źródłem cynku w wodach mogą być instalacje do poboru i przesyłania wód zawierające ocynkowane rury (Witczak, Kania, Kmiecik, 2013).

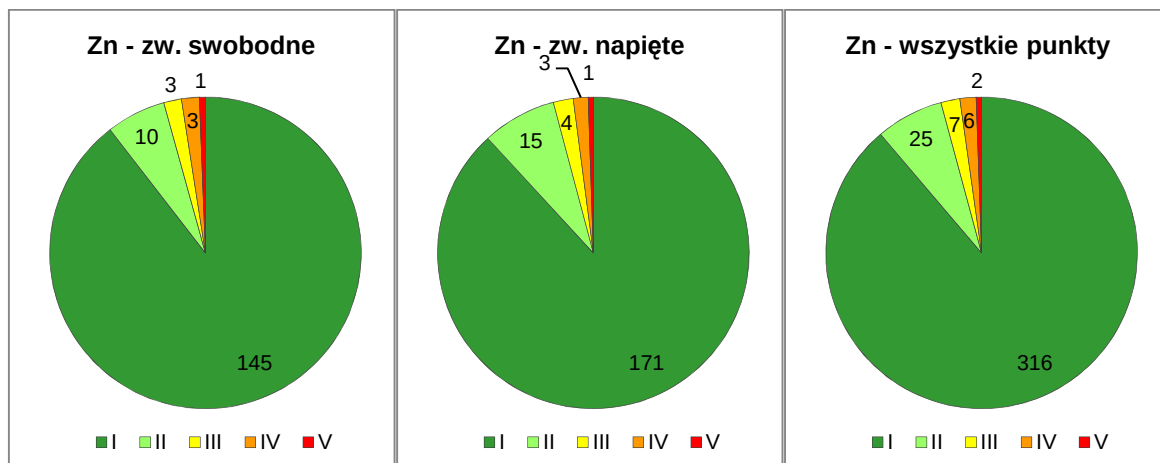
Według wartości stężeń cynku w punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., w 97,75% punktów stan wód określono jako dobry. Stan słaby stwierdzono w 8 punktach, co stanowi 2,25% punktów (Rysunek 10, Załącznik 5.17)

Arsen – pierwiastek o skomplikowanej i urozmaiconej migracji w przyrodzie, ze względu na właściwości amfoteryczne. Do wód podziemnych dostaje się w wyniku wietrzenia arsenonośnych minerałów, procesów hydrotermalnych, a także jako składnik zanieczyszczeń, związanych m.in. z górnictwem, przemysłem metalurgicznym, produkcją szkła, emalii, barwników, preparatów farmaceutycznych, środków konserwacji drewna, spalaniem węgla, produkcją nawozów fosforowych (Macioszczyk, Dobrzyński, 2002; Witczak, Kania, Kmiecik, 2013). Podwyższone stężenia arsenu w wodach podziemnych mogą wskazywać na zanieczyszczenie, ale mogą też być związane z lokalnymi nagromadzeniami minerałów arsenonośnych (np. regiony w Sudetach, Bieszczadach).

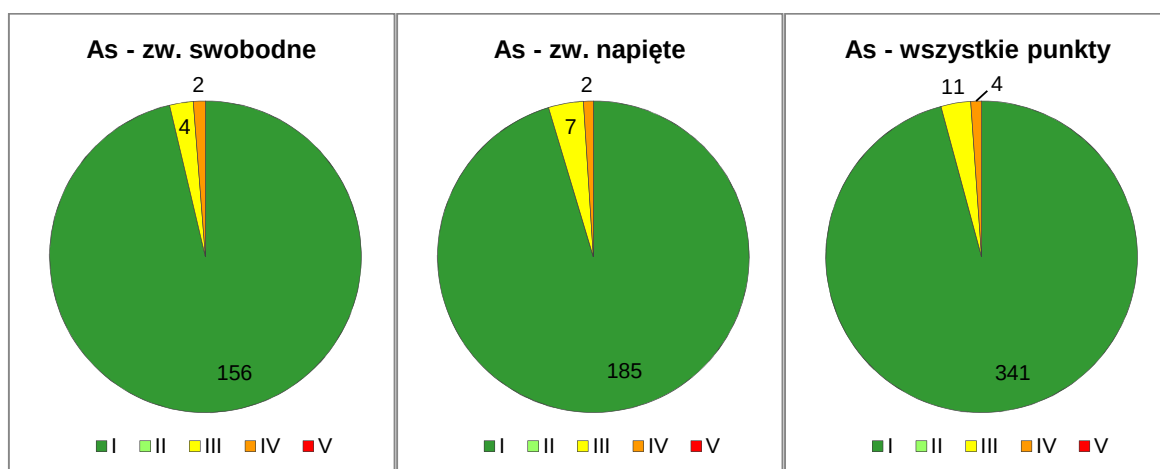
Według wartości stężeń arsenu w punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., w 98,88% punktów stan wód określono jako dobry. Stan słaby stwierdzono w 4 punktach, co stanowi 1,12% punktów (Rysunek 11, Załącznik 5.4).

Fosforany – najczęstsza forma występowania związków fosforu w wodach podziemnych. Wskaźnik biofilny, podstawowy składnik pokarmowy organizmów żywych. Podwyższone zawartości fosforanów w wodach podziemnych zazwyczaj związane są z antropogenicznymi ogniskami zanieczyszczeń (m.in. ścieki bytowe i przemysłowe, nawozy sztuczne, odcieki ze składowisk odpadów komunalnych). W dużym stopniu jest to spowodowane wykorzystaniem fosforanów do produkcji środków piorących (Witczak, Kania, Kmiecik, 2013).

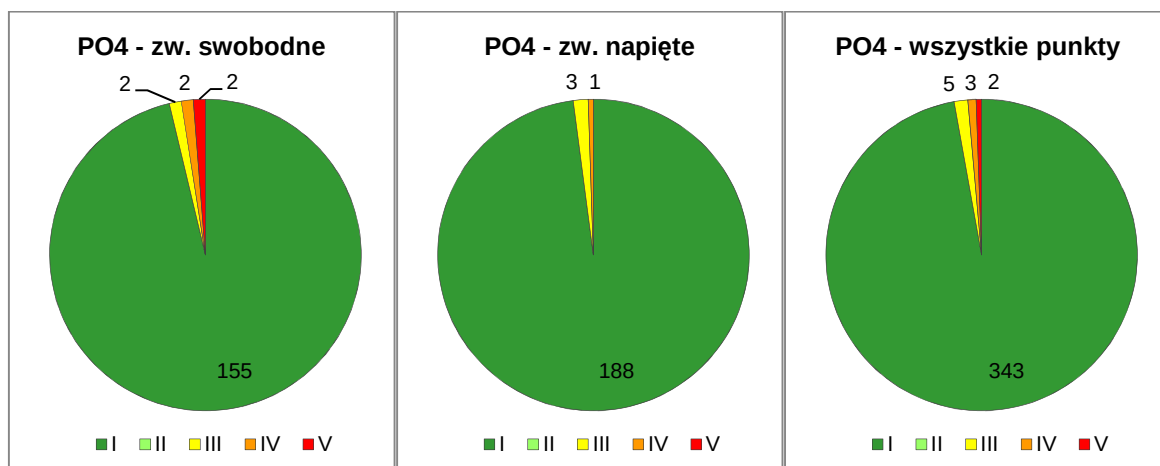
Według wartości stężeń fosforanów w punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., w 98,58% punktów stan wód określono jako dobry. Stan słaby stwierdzono w 5 punktach, co stanowi 1,42% punktów (Rysunek 12, Załącznik 5.8). Częściej podwyższone wartości stężeń fosforanów występują w punktach o swobodnym charakterze zwierciadła wody. W punktach, w których stwierdzono przekroczenie wartości progowej stanu dobrego ze względu na stężenie fosforanów, najczęściej obserwuje się również podwyższone wartości stężeń azotanów i/lub potasu, co może wskazywać na pochodzenie wymienionych związków z nawozów wykorzystywanych w rolnictwie.



Rysunek 10. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń cynku



Rysunek 11. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń arsenu



Rysunek 12. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń fosforanów

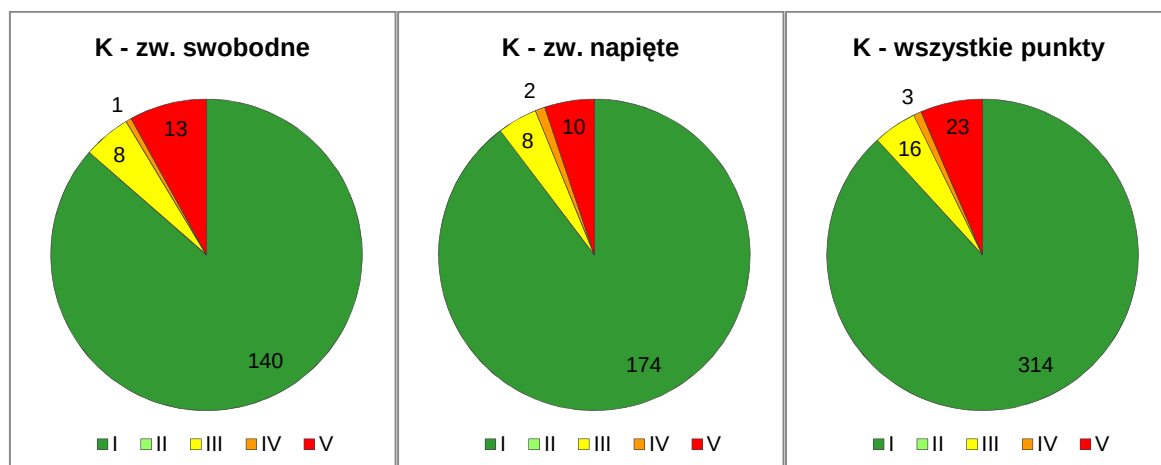
Potas – jeden z głównych metali alkalicznych w wodach podziemnych, dostarczany do wód podziemnych w wyniku wietrzenia glinokrzemianów. Duże zawartości potasu mogą być związane z lokalnymi wystąpieniami ewaporatów. Dostarczanie potasu do wód podziemnych może też być związane z rozkładem substancji organicznej. Podwyższone stężenia potasu w wodach podziemnych mogą być pochodzenia antropogenicznego (wymywanie potasu z nawozów mineralnych i organicznych, wymywanie ze składowisk odpadów chemicznych, komunalnych), (Macioszczyk, Dobrzyński, 2002; Witczak, Kania, Kmiecik, 2013).

Według wartości stężeń potasu w punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., w 92,70% punktów stan wód określono jako dobry. Stan słaby stwierdzono w 26 punktach, co stanowi 7,30% punktów (Rysunek 13, Załącznik 5.11). Punkty o swobodnym charakterze zwierciadła wody częściej wykazują przekroczenia dopuszczalnych wartości stężeń potasu.

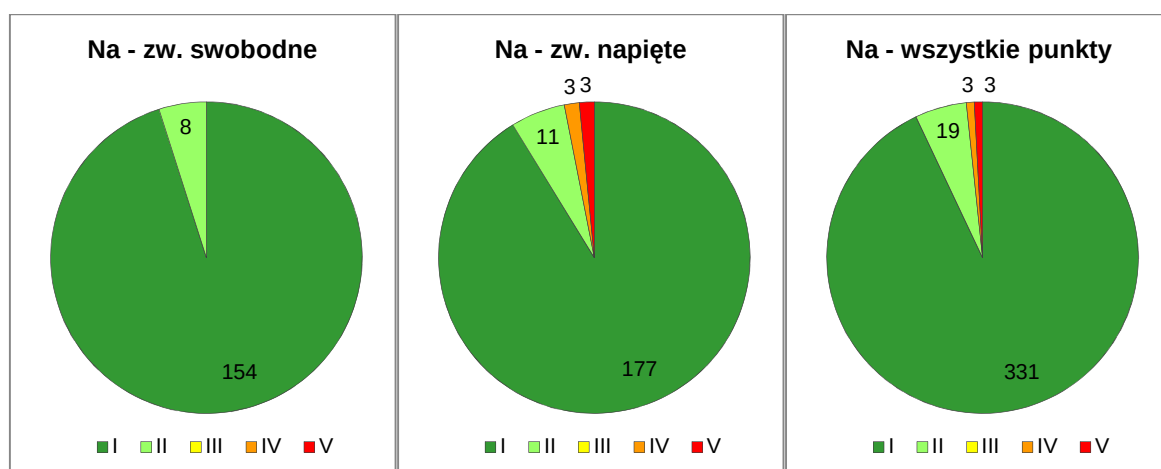
Sód – główny składnik wód naturalnych, obok potasu główny metal alkaliczny w wodach podziemnych. Jego głównym źródłem w naturalnych wodach słodkich jest ługowanie skał, głównie poprzez wietrzenie skałeni, a w niektórych przypadkach – desorpcja sodu zaadsorbowanego na minerałach ilastych. Podwyższone stężenia sodu w wodach podziemnych mogą być pochodzenia geogenicznego (np. występowanie naturalnych wód słonych, ługowanie złóż soli kamiennej i innych ewaporatów) lub antropogenicznego. Niemal wszystkim ogniskom zanieczyszczeń towarzyszą antropogeniczne zanieczyszczenia sodem. Bardzo wysokie stężenia sodu mogą być związane z eksploatacją soli metodą otworową, przeciekami z przemysłu sodowego czy odprowadzaniem słonych wód kopalnianych. Źródłem sodu w wodach podziemnych mogą być również odcieki z dróg, do których utrzymania w okresie zimowym stosuje się duże ilości chlorku sodu (Witczak, Kania, Kmiecik, 2013).

Według wartości stężeń sodu w punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., w 98,31% punktów stan wód określono jako dobry. Stan słaby stwierdzono w 6 punktach, co stanowi 1,69% punktów (Rysunek 14, Załącznik 5.13). Wszystkie punkty, w których stwierdzono przekroczenie wartości progowej stanu dobrego ze względu na stężenie sodu, to punkty o napiętym zwierciadle wody. Ponadto, wszystkie te punkty charakteryzują się podwyższoną mineralizacją oraz podwyższonymi wartościami stężeń chlorków (w zakresie stężeń dla III, IV i V klasy jakości). Na podstawie powyższych informacji można wnioskować, że obserwowane podwyższone stężenia sodu związane są z wodami mineralnymi lub wodami przejściowymi.

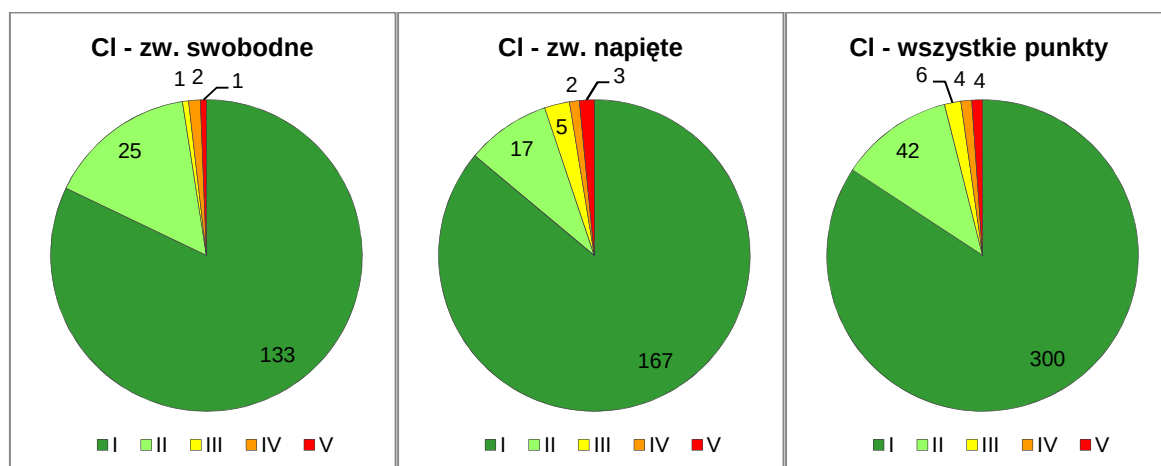
Chlorki – główny składnik większości wód naturalnych, którego udział procentowy rośnie wraz ze wzrostem mineralizacji wód. Ze względu na wysoką rozpuszczalność soli chlorkowych ich migracja w wodach podziemnych jest bardzo łatwa. Naturalnym źródłem chlorków są opady atmosferyczne oraz ługowanie skał. Chlorki są bardzo ważnym wskaźnikiem zanieczyszczenia słodkich wód podziemnych. Podwyższone stężenia chlorków występują w większości ścieków komunalnych, w nawozach naturalnych, odciekach ze składowisk odpadów komunalnych i przemysłowych, gnojowicy). Anomalnie wysokie wartości stężeń chlorków są również spotykane w otoczeniu dróg, ze względu na wykorzystywanie chlorku sodu do zimowego utrzymania dróg (Witczak, Kania, Kmiecik, 2013). Według wartości stężeń chlorków w punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., w 97,75% punktów stan wód określono jako dobry. Stan słaby stwierdzono w 8 punktach, co stanowi 2,25% punktów (Rysunek 15, Załącznik 5.7).



Rysunek 13. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń potasu



Rysunek 14. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń sodu



Rysunek 15. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń chlorków

Siarczany – jeden z głównych anionów wód podziemnych, będący podstawową formą migracji siarki w wodach podziemnych. Głównym źródłem siarczanów w strefie aktywnej wymiany wód podziemnych są procesy wietrzenia i ługowania skał, a także procesy biochemiczne. Zanieczyszczenia wód podziemnych siarczanami mogą być związane z działalnością człowieka, np. zanieczyszczenia obszarowe związane z emisją dwutlenku siarki do atmosfery, zanieczyszczenia związane z wpływem rolnictwa oraz nieuregulowaną gospodarką wodno-ściekową. Podwyższone stężenia siarczanów obserwowane są również w rejonie składowisk komunalnych i przemysłowych. Ze względu na fakt, iż niemal każdy typ działalności gospodarczej wiąże się z emisją odpadów (lotnych, ciekłych lub stałych) zawierających związki siarki, jon siarczanowy często jest wskaźnikiem przenikania zanieczyszczeń do wód podziemnych (Macioszczyk, Dobrzyński, 2002; Witczak, Kania, Kmiecik, 2013).

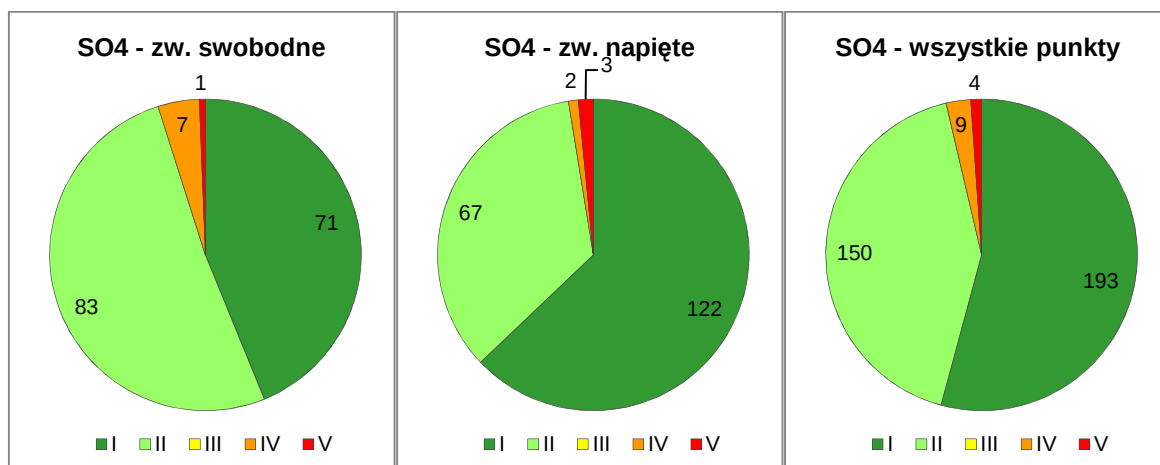
Według wartości stężeń siarczanów w punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., w 96,35% punktów stan wód określono jako dobry. Stan słaby stwierdzono w 13 punktach, co stanowi 3,65% punktów (Rysunek 16, Załącznik 5.12).

Wapń – składnik występujący powszechnie w wodach, będący często dominującym kationem, zwłaszcza w płytko występujących wodach podziemnych. Głównym źródłem wapnia jest ługowanie skał, a w szczególności minerałów węglanowych. Zawartość wapnia w wodzie najczęściej jest kontrolowana przez równowagę węglanową i w znaczny sposób zależy od zawartości dwutlenku węgla i odczynu pH. Podwyższone wartości stężeń wapnia w wodach podziemnych mogą być pochodzenia geogenicznego (związane głównie z występowaniem gipsów) lub antropogenicznego. Większość ognisk zanieczyszczeń, oprócz składników specyficznych, emituje również związki wapnia. Podwyższone stężenia wapnia występują m.in. w rejonie składowisk komunalnych i składowisk przemysłowych (np. popioły elektrowniane, odpady poflotacyjne, odpady górnictwa węglowego), (Macioszczyk, Dobrzyński, 2002; Witczak, Kania, Kmiecik, 2013).

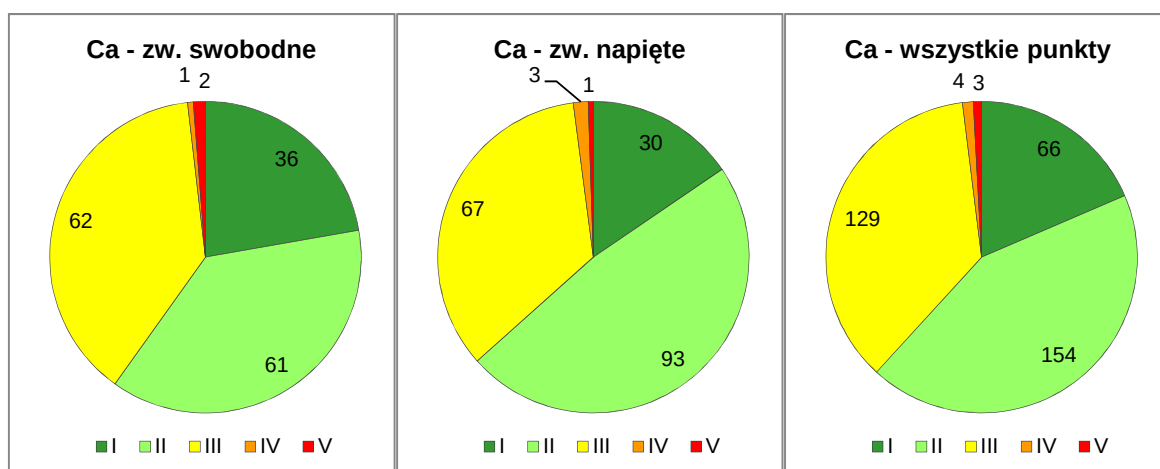
Według wartości stężeń wapnia w punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., w 98,03% punktów stan wód określono jako dobry. Stan słaby stwierdzono w 7 punktach, co stanowi 1,97% punktów (Rysunek 17, Załącznik 5.14). W odróżnieniu od większości wskaźników, w przypadku wapnia obserwuje się większy udział punktów w II i III klasie jakości. W przypadku punktów o zwierciadle swobodnym punkty w I klasie jakości stanowią 22,22%, natomiast w odniesieniu do punktów ujmujących zwierciadło napięte, I klasę jakości stwierdzono w 15,46% punktów.

Wodorowęglany – dominujący anion w słabo zmineralizowanych wodach podziemnych. Podstawowym źródłem występowania wodorowęglanów jest rozpuszczanie dwutlenku węgla w wodzie oraz ługowanie skał węglanowych. Występowanie wodorowęglanów jest też związane z wietrzeniem pierwotnych minerałów krzemianowych, a w niektórych przypadkach z procesami redukcji siarczanów przy udziale substancji organicznej. O ilości węglanów występujących w wodach podziemnych i formie ich występowania decyduje stan równowagi węglanowej. W sporadycznych przypadkach podwyższone zawartości wodorowęglanów w wodach podziemnych mogą być wywołane zanieczyszczeniami pochodzenia antropogenicznego, np. w strefach zanieczyszczeń pyłami zawierającymi CaCO_3 (np. wokół cementowni) lub w rejonie składowisk odpadów przemysłu chemicznego (Macioszczyk, Dobrzyński, 2002; Witczak, Kania, Kmiecik, 2013).

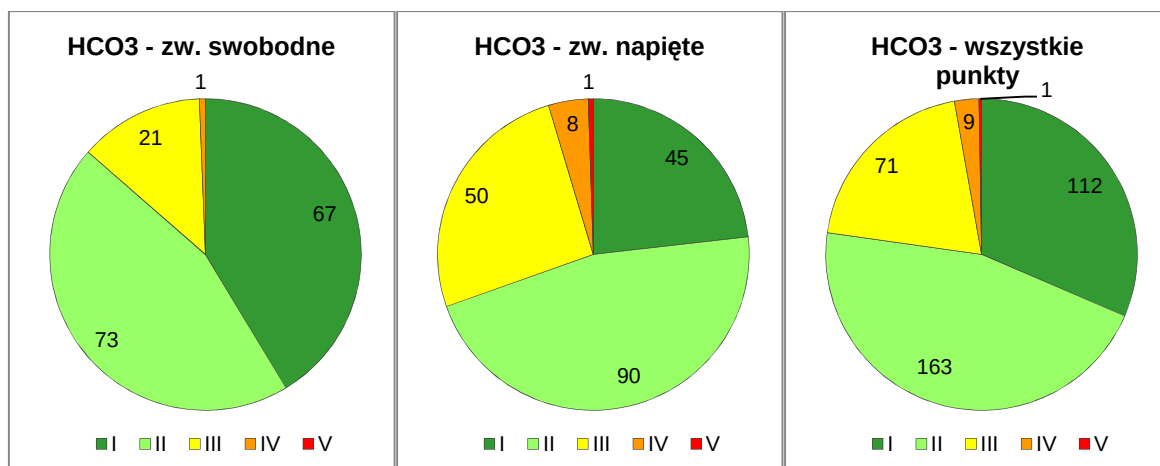
Według wartości stężeń wodorowęglanów w punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., w 97,19% punktów stan wód określono jako dobry. Stan słaby stwierdzono w 10 punktach, co stanowi 2,81% punktów (Rysunek 18, Załącznik 5.15). Biorąc pod uwagę wszystkie punkty, w przypadku wodorowęglanów obserwuje się większy udział punktów w I i II klasie jakości. W przypadku punktów o zwierciadle swobodnym punkty w I klasie jakości stanowią 41,36%, natomiast w odniesieniu do punktów ujmujących zwierciadło napięte, I klasę jakości stwierdzono w 23,20% punktów.



Rysunek 16. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń siarczanów



Rysunek 17. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń wapnia



Rysunek 18. Klasy jakości wód podziemnych w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń wodorowęglanów

Przeprowadzona analiza oceny jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych, w odniesieniu do poszczególnych wskaźników fizyczno-chemicznych wykazała, że dla 25 spośród 42 wskaźników fizyczno-chemicznych (przewodność elektrolityczna właściwa, temperatura, tlen rozpuszczony, antymon, cyjanki wolne, cyna, ołów, rtęć, srebro, tal, beryl, chrom, kadm, kobalt, tytan, wanad, miedź, bar, bor, fluorki, glin, magnez, molibden, selen i uran), wszystkie lub prawie wszystkie wyniki oznaczeń mieszczą się w zakresie odpowiednim dla klas I–III, czyli odpowiadają dobremu stanowi chemicznemu. Wyniki analiz z 2015 r. dla tych wskaźników charakteryzują się niskimi stężeniami w wodach podziemnych i nie decydują o słabej ocenie stanu chemicznego w punktach pomiarowych.

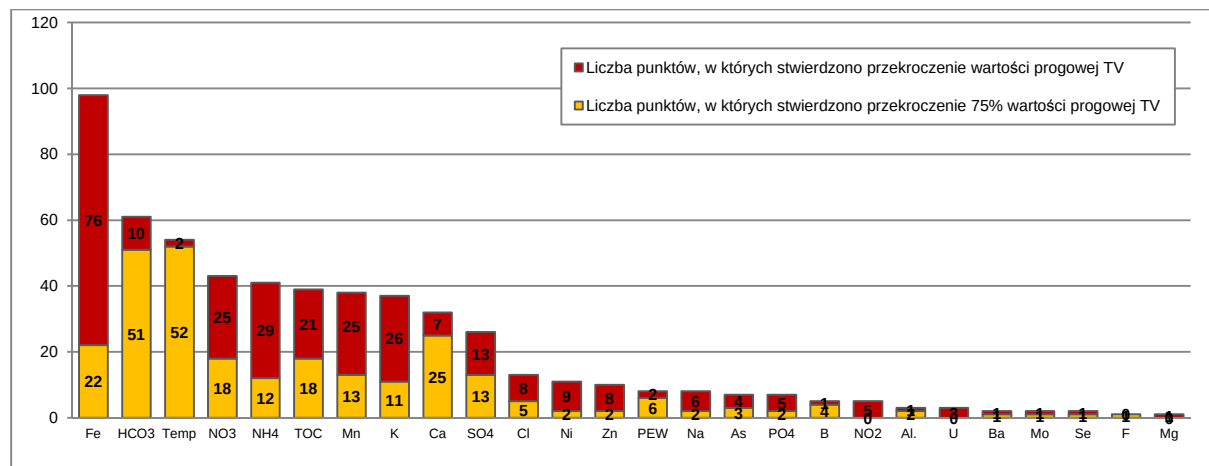
Pośród wskaźników, dla których zaobserwowano przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego, oznaczenia pH, arsenu, fosforanów, niklu i sodu, w ponad 90% przypadków mieszczą się w granicy stężeń I klasy jakości, co świadczy o tym, że ze względu na te wskaźniki, wody przeważnie charakteryzują się dobrą jakością.

Dla 10 wskaźników: arsenu, azotynów, chlorków, fosforanów, niklu, cynku, siarczanów, wodorowęglanów, sodu i wapnia, wartości stężeń mieszczące się w zakresie IV i V klasy jakości, a więc odpowiadające słabemu stanowi chemicznemu, nie przekraczają 3% wszystkich punktów. Anomalne stężenia tych wskaźników odnotowywane są w pojedynczych punktach i mogą świadczyć o lokalnych ogniskach zanieczyszczeń.

Największe zróżnicowanie w rozkładzie wartości stężeń w poszczególnych klasach jakości obserwowane jest w przypadku żelaza, manganu i wodorowęglanów. Są to wskaźniki, których stężenia najczęściej przekraczają 75% wartości progowej dobrego stanu. Jednak pochodzenie tych wskaźników jest najczęściej geogeniczne i wynika z litologii warstw budujących ujmowane poziomy wodonośne i warstw nadległych.

Niezależnie od przeprowadzonej analizy danych w odniesieniu do klas jakości poszczególnych wskaźników fizyczno-chemicznych, przeprowadzono również analizę, w odniesieniu do przekroczeń wartości progowej TV i jej 75%. Stężenia równe 75% wartości progowej dobrego stanu, zgodnie z zapisami Dyrektywy Wód Podziemnych 2006/118/WE (DWP, Załącznik IV, część B, punkt 1), są punktem początkowym inicjowania działań mających odwrócić znaczące i utrzymujące się trendy wzrostowe. Celem przeprowadzonej analizy było wskazanie tych wskaźników, w przypadku których stan chemiczny wód podziemnych określono jeszcze jako dobry, jednak przekroczenie 75% wartości progowej TV, stanowi sygnał ostrzegawczy informujący o pogarszaniu się stanu wód ze względu na stężenie danego wskaźnika. Wyniki tej analizy przedstawia Rysunek 19. Kolorem czerwonym zaznaczono liczbę punktów, w których wartości stężeń poszczególnych wskaźników przekraczają wartość progową TV dobrego stanu chemicznego. Natomiast kolorem żółtym zaznaczono te punkty, w których wartości stężeń danego wskaźnika przekraczają 75% wartości progowej, ale nie przekraczają jeszcze wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych TV.

Na podstawie przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że przekroczenie 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego dotyczy najczęściej takich wskaźników jak wodorowęglany, temperatura, wapń, żelazo, ogólny węgiel organiczny, jon amonowy i mangan. Wskaźniki te najczęściej są jednak pochodzenia geogenicznego i nie wskazują na zanieczyszczenie wód podziemnych. Dość liczne przekroczenia 75% wartości progowej TV odnotowano również w odniesieniu do azotanów, potasu i siarczanów. Wskaźniki te mogą być związane z antropopresją (m.in. rolnictwo, gospodarka wodno-ściekowa).



Rysunek 19. Analiza wskaźników w odniesieniu do wartości progowej stanu dobrego oraz 75% wartości progowej stanu dobrego

6.3. OCENA STOPNIA ZANIECZYSZCZENIA WÓD PODZIEMNYCH AZOTANAMI

Azotany są podstawową formą migracji azotu w wodach podziemnych. Mogą być dostarczane do wód podziemnych w wyniku procesów geogenicznych (jak rozkład i mineralizacja substancji organicznej oraz nityfikacja), a także wraz z infiltrującymi wodami opadowymi. Związki azotu dostarczane są również do wód podziemnych w wyniku różnorodnej działalności człowieka, w tym przede wszystkim w związku z rolnictwem i gospodarką komunalną (stosowanie nawozów azotowych, odpady z produkcji zwierzęcej i roślinnej, obszary wiejskie o nieuregulowanej gospodarce wodno-ściekowej, składowiska odpadów komunalnych), (Macioszczyk, Dobrzyński, 2002; Witczak, Kania, Kmiecik, 2013).

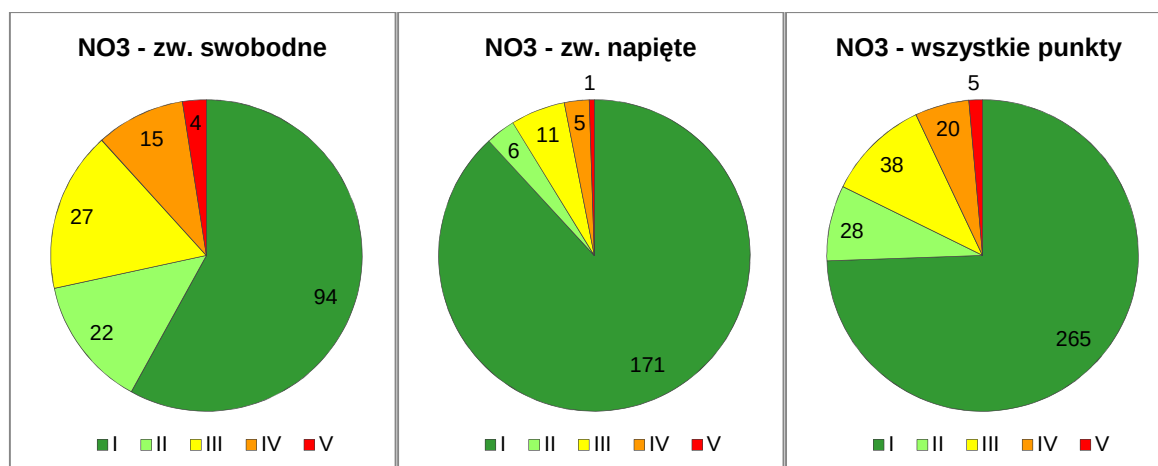
Ocena stopnia zanieczyszczenia wód azotanami wykonana została na podstawie obowiązującego Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. 2016, poz. 85) oraz wytycznych Komisji Europejskiej dotyczących klasyfikacji wód podziemnych (Komisja Europejska, 2011, poradnik: „Nitrates’ directive 91/676/CEE. Status and trends of aquatic environment and agricultural practice”).

W odniesieniu do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. 2016, poz. 85), w 92,98% punktów pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r. stan wód określono jako dobry. Stan słaby stwierdzono w 25 punktach, co stanowi 7,02% punktów (Tabela 10, Rysunek 20, Załącznik 5.5).

Tabela 10. Wyniki klasyfikacji jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych monitoringu wód podziemnych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., wg wartości stężeń azotanów

Charakter zwierciadła	Liczba punktów pomiarowych	DOBRY STAN CHEMICZNY WÓD PODZIEMNYCH			SŁABY STAN CHEMICZNY WÓD PODZIEMNYCH	
		I klasa jakości <10 mg NO ₃ /l	II klasa jakości 10–25 mg NO ₃ /l	III klasa jakości 25–50 mg NO ₃ /l	IV klasa jakości 50–100 mg NO ₃ /l	V klasa jakości >100 mg NO ₃ /l
zwierciadło swobodne	162	94	22	27	15	4
zwierciadło napięte	194	171	6	11	5	1
ogółem	356	265	28	38	20	5

Charakter zwierciadła	Liczba punktów pomiarowych	DOBRY STAN CHEMICZNY WÓD PODZIEMNYCH			SŁABY STAN CHEMICZNY WÓD PODZIEMNYCH	
		I klasa jakości	II klasa jakości	III klasa jakości	IV klasa jakości	V klasa jakości
zwierciadło swobodne	162	58,02%	13,58%	16,67%	9,26%	2,47%
zwierciadło napięte	194	88,14%	3,09%	5,67%	2,58%	0,52%
ogółem	356	74,44%	7,87%	10,67%	5,62%	1,40%



Rysunek 20. Klasy jakości wód podziemnych wg RMŚ z 21 grudnia 2015, w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., według wartości stężeń azotanów

Biorąc pod uwagę charakter zwierciadła wody, znacznie częściej słaby stan chemiczny obserwuje się w punktach o zwierciadle swobodnym. W punktach tych obserwuje się również większy udział punktów poza pierwszą klasą jakości (w punktach o zwierciadle napiętym, w 88,14% punktów stwierdzono I klasę jakości, w punktach o zwierciadle swobodnym I klasę stwierdzono w 58,02% punktów). Jest to spowodowane łatwiejszym przenikaniem azotanów do warstw wodonośnych o swobodnym zwierciadle wody, nieizolowanych od powierzchni terenu żadnymi warstwami słabo przepuszczalnymi.

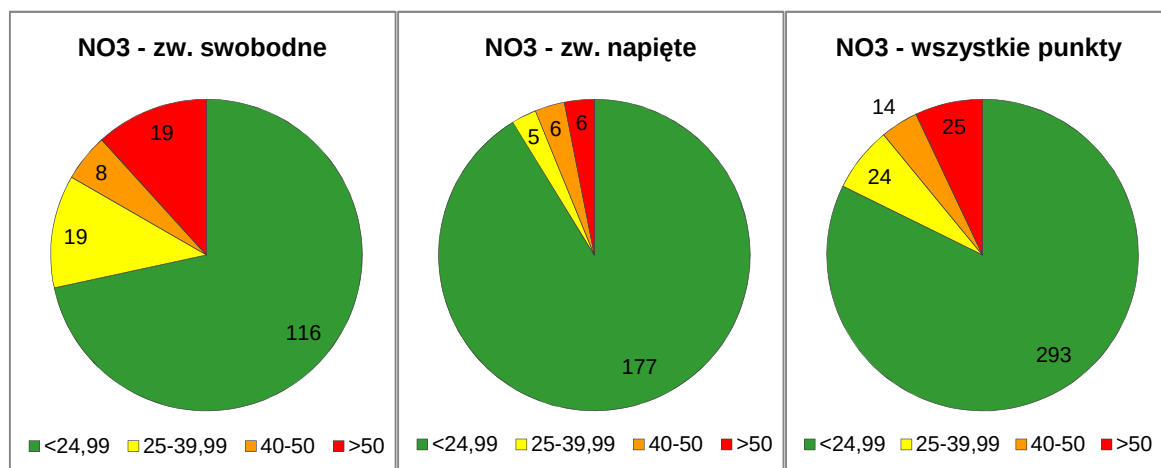
W odniesieniu do wytycznych Komisji Europejskiej (Komisja Europejska, 2011), w 82,3% punktów pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r. stwierdzono stężenia azotanów <24,99 mg/l. Przekroczenie wartości progowej 50 mgNO₃/l, stwierdzono w 25 punktach, co stanowi 7% punktów (Tabela 11, Rysunek 21).

Biorąc pod uwagę charakter zwierciadła wody, znacznie częściej podwyższone stężenia azotanów obserwuje się w punktach o zwierciadle swobodnym. Wśród punktów o napiętym zwierciadle wody, w 91,24% punktów stężenia azotanów mieszczą się w przedziale 0–24,99 mg/l, natomiast w odniesieniu do punktów o zwierciadle swobodnym – 71,6% . Rzadsze zanieczyszczenie azotanami w punktach ujmujących wody podziemne o zwierciadle napiętym wynika z naturalnej ochrony jaką stanowi obecność warstw izolujących.

Tabela 11. Wyniki badań stężenia azotanów NO₃ w punktach pomiarowych monitoringu wód podziemnych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r., wg wytycznych Komisji Europejskiej (2011)

Charakter zwierciadła	Liczba punktów pomiarowych	Liczba punktów o stężeniu NO ₃ [mg/l] w przedziale:			
		<24,99	25–39,99	40–50	>50
zwierciadło swobodne	162	116	19	8	19
zwierciadło napięte	194	177	5	6	6
ogółem	356	293	24	14	25

Charakter zwierciadła	Liczba punktów pomiarowych	Procent punktów o stężeniu NO ₃ [mg/l] w przedziale:			
		<24,99	25–39,99	40–50	>50
zwierciadło swobodne	162	71,60	11,73	4,94	11,73
zwierciadło napięte	194	91,24	2,58	3,09	3,09
ogółem	356	82,30	6,74	3,93	7,02



Rysunek 21. Liczba punktów pomiarowych w poszczególnych przedziałach wartości stężeń azotanów, w odniesieniu do wytycznych Komisji Europejskiej (2011), w 356 punktach pomiarowych wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r.

Podsumowując, przeprowadzone wyniki badań wskazują na stosunkowo niskie zawartości azotanów w wodach podziemnych na obszarze badanych JCWPd. Spośród 356 poddanych ocenie, jedynie w 25 punktach (19 o zwierciadle swobodnym i 6 o zwierciadle napiętym) stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, co stanowi 7,02% wszystkich punktów. Dla 74,44% wszystkich wyników, wartości stężeń azotanów mieszczą się w I klasie jakości. Dla ponad 90% punktów stężenia azotanów nie przekraczają wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych.

6.4. OCENA JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH W PUNKTACH POMIAROWYCH NA PODSTAWIE WYNIKÓW OZNACZEŃ WSKAŹNIKÓW ORGANICZNYCH

W ramach monitoringu operacyjnego w 2015 roku, w 105 punktach monitoringowych zostały pobrane próbki na oznaczenia wskaźników organicznych. 79 spośród tych punktów zlokalizowanych jest na terenie JCWPd zakwalifikowanych do przeprowadzenia oceny stanu chemicznego według danych z 2015 roku. Dla tych punktów przeprowadzono ocenę jakości wód podziemnych w odniesieniu do poszczególnych wskaźników organicznych.

W każdej z próbek wykonano oznaczenia 55 wskaźników organicznych (z wyjątkiem punktów 1470 i 1496, gdzie ze względu na uszkodzenie w transporcie szklanych butelek, nie było możliwe oznaczenie 17 składników z grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych). Łącznie, spośród 4311 pojedynczych oznaczeń, stężenia powyżej granicy oznaczalności LOQ stwierdzono jedynie w 295 przypadkach, co stanowi 6,84% wszystkich wykonanych oznaczeniach wskaźników organicznych (Załącznik 9).

Na podstawie uzyskanych wyników określono klasę jakości wód podziemnych w 79 punktach pomiarowych sieci monitoringu operacyjnego (Załącznik 9). Klasyfikacji dokonano zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. 2016, poz. 85).

Porównanie wartości stężeń wskaźników organicznych z wartościami granicznymi klas jakości wykazało, że na 79 punktów, w 15 punktach zaobserwowano przekroczenia I klasy jakości, w tym II klasę jakości stwierdzono w 12 punktach o numerach: 115, 690, 782, 829, 933, 1184, 1423, 1490, 1492, 1494, 1902, 2603, III klasę jakości w punkcie nr 1111 (ze względu na stężenie fluorantenu), natomiast V klasę jakości stwierdzono w punktach nr 1219 i 2311 (ze względu na stężenie wskaźników organicznych z grupy WWA).

Oznacza to, że w 81,01% punktów wykorzystanych do oceny stanu JCWPd wg danych z 2015 roku, w których analizowano wskaźniki organiczne, stwierdzono I klasę jakości wód podziemnych, w 15,19% – II klasę jakości, w 1,26% – III klasę jakości, a w 2,53% – V klasę jakości. Przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych w odniesieniu do oznaczonych wskaźników organicznych odnotowano tylko w punktach o numerach 1219 i 2311.

6.5. OCENA STANU CHEMICZNEGO JCWPd ZAGROŻONYCH NIEOSIĄGNIĘCIEM DOBREGO STANU

Ocena stanu chemicznego wód podziemnych wg danych z 2015 r. została przeprowadzona dla 42 jednolitych części wód podziemnych o numerach: 1, 2, 12, 14, 15, 16, 17, 25, 26, 36, 38, 39, 43, 47, 49, 62, 64, 69, 73, 74, 85, 88, 89, 92, 94, 96, 101, 105, 116, 122, 123, 126, 128, 130, 132, 134, 141, 142, 146, 147, 148, 161 (Załącznik 6). Szczegółowy opis przyczyn zakwalifikowania danej jednostki do oceny stanu w niniejszym opracowaniu przedstawia Załącznik 1. Niżej przedstawiono skompilowane informacje:

- Jednolite części wód podziemnych o numerach: 1, 14, 15, 16, 17, 26, 36, 43, 47, 64, 69, 73, 89, 92, 96, 130, 132, 134, 141, 142, 146, 147 – jednostki określono jako zagrożone w planach gospodarowania wodami i/lub, według danych z lat 2009–2014 ich stan chemiczny co najmniej raz określono jako słaby.
- Jednolite części wód podziemnych o numerach: 14, 47, 73, 96, 146 – jednostki określono jako zagrożone w planach gospodarowania wodami. Ponadto, na terenie jednostek zidentyfikowano presję (m.in. rolnictwo i górnictwo). W niektórych przypadkach, na terenie tych jednostek nastąpiło przekroczenie wartości progowych dobrego stanu chemicznego w latach poprzednich.
- Jednolite części wód podziemnych o numerach: 2, 12, 62, 85, 88, 94, 105, 122, 123, 126, 128, 148, 161 – jednostki nie zostały określone jako zagrożone w planach gospodarowania wodami, jednak w latach 2009–2014 ich stan chemiczny co najmniej raz określono jako słaby.

- Jednolite części wód podziemnych o numerach: 25, 38, 39, 101, 116 – jednostki nie zostały określone jako zagrożone w planach gospodarowania wodami, ale na ich terenie zidentyfikowano presję (m.in. rolnictwo i górnictwo). W niektórych przypadkach na terenie tych jednostek nastąpiło przekroczenie wartości progowych dobrego stanu chemicznego w latach poprzednich.
- Jednolite części wód podziemnych o numerach: 49, 74 – jednostki nie zostały określone jako zagrożone w planach gospodarowania wodami, ale na znacznej ich części znajdują się obszary szczególnie narażone na zanieczyszczenia azotanami.

Oprócz wyżej wymienionych jednolitych części wód podziemnych jeszcze czternaście innych jednostek określono jako zagrożone w planach gospodarowania wodami. Są to jednolite części o numerach: 44, 63, 70, 75, 79, 80, 87, 99, 100, 102, 107, 121, 136 i 140. Zagrożenie tych jednostek w PGW odnosi się jednak do stanu ilościowego. Ponadto, w żadnej z wymienionych JCWPd co najmniej od sześciu lat nie stwierdzono słabego stanu chemicznego. Z tego względu, oraz ze względu na ograniczoną liczbę punktów możliwych do opróbowania podczas monitoringu operacyjnego, dla wymienionych jednostek nie przeprowadzono oceny stanu chemicznego wg danych z 2015 r.

Dla czterdziestu dwóch JCWPd, zakwalifikowanych do oceny stanu chemicznego wg danych z 2015 r., przeprowadzono szczegółową analizę w odniesieniu do stężeń 42 wskaźników fizyczno-chemicznych i 55 wskaźników organicznych, dla których wartości stężeń w granicach stanu chemicznego „dobrego” lub „słabego” określa Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. 2016, poz. 85).

Podstawowe informacje o punktach wykorzystanych do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r. przedstawiono w Załączniku 2. Lokalizację punktów, wraz z zaznaczeniem JCWPd zakwalifikowanych do oceny stanu wg danych z 2015 r. przedstawia Załącznik 3.

Etap I:

W pierwszym etapie analizy ustalono klasę jakości wody w punktach pomiarowych i oceniono w ilu punktach w każdej JCWPd stwierdzono przekroczenie wartości progowych dobrego stanu chemicznego. Przeprowadzona analiza wykazała, że w przypadku 4 jednolitych części wód podziemnych o nr: 39, 123, 146 i 147, w żadnych punkcie monitoringowym nie stwierdzono przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych. W przypadku dwóch JCWPd dobry stan chemiczny określono z dostateczną wiarygodnością (DW), a w przypadku dwóch pozostałych – z niską (NW). W pozostałych 38 JCWPd stwierdzono przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego w co najmniej jednym punkcie monitoringowym, co zaklasyfikowało je do etapu II testu (Załącznik 6).

Etap II:

Trzydzieści osiem JCWPd, które przeszły do etapu II, poddano szczegółowej analizie pod kątem zakresu i wysokości przekroczeń średnich wartości stężeń oraz oceny wiarygodności w wyszczególnionych kompleksach wodonośnych. Oszacowano także zasięg zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego.

Na podstawie przeprowadzonego testu C.1 – Ogólna ocena stanu chemicznego wód podziemnych, stan chemiczny 24 JCWPd określono jako dobry, w tym w 19 jednostkach ocenę przeprowadzono z dostateczną wiarygodnością, a w 5 z niską wiarygodnością. Słaby stan chemiczny stwierdzono w 13 JCWPd, w tym w 12 jednostkach ocenę przeprowadzono z dostateczną wiarygodnością, a w 1 – z niską wiarygodnością.

Poniżej zamieszczono syntetyczne charakterystyki ocenianych jednostek oraz informacje o prawdopodobnych przyczynach słabego stanu chemicznego wód podziemnych i o ewentualnych zagrożeniach dla stanu wód podziemnych w poszczególnych JCWPd.

Jednolita część wód podziemnych nr 1

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 1 znajduje się na obszarze regionu Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego. Jest to niewielka jednostka o powierzchni 42 km². Wody słodkie występują tu stosunkowo płytko, na głębokości od 1 do 25 m. Na obszarze jednostki wyróżniono poziomy wodonośny w osadach czwartorzędowych (są to wody porowe w utworach piaszczystych) i w kredzie (wody szczelinowe w utworach węglanowych), (Rysunek 22, Tabela 12).

Główny użytkowy poziom wodonośny na obszarze JCWPd nr 1 występuje w piaszczystych osadach plejstocenijskich (obszar wysoczyzny plejstocenijskiej w północno-zachodniej części jednostki) i plejstocenijsko-holocenijskich utworach piaszczysto-żwirowych.

Na obszarze wysoczyzny występuje jeden poziom wodonośny w serii piaszczystych utworów plejstocenijskich. Poziom ten, w miejscach występowania nieciągłego przewarstwienia gliny zwałowej, może ulegać lokalnemu rozdzielaniu. Strefa aeracji ma miąższość od kilkunastu metrów do ponad 20 m. Miąższość poziomu wodonośnego wynosi od kilkunastu do ponad 30 m (średnio 23 m) i uzależniona jest od ukształtowania powierzchni stropowej występujących poniżej glin. Zwierciadło wody podziemnej ma charakter swobodny bądź lekko napięty i występuje na głębokości od 2,4 m w części południowej do 23,7 m w części północnej. Głębokość występowania zwierciadła wody uzależniona jest od znacznych deniwelacji terenu. Na całym obszarze zwierciadło występuje poniżej poziomu morza i jest obniżone w stosunku do położenia naturalnego na skutek prowadzonej eksploatacji. Zasilanie poziomu wodonośnego odbywa się przez bezpośrednią infiltrację wód opadowych.

Na pozostałym obszarze JCWPd nr 1 występuje jeden plejstocenijsko-holocenijski poziom wodonośny. Poziom ten stanowi główny zbiornik wód zwykłych, chociaż w jego spągu występują wody słone.

Występujące na tym obszarze nieciągłe warstwy namulów i ilów powodują lokalne rozdzielanie poziomu na dwie lub trzy warstwy wodonośne: dolną, plejstocenijską o dobrej przepuszczalności; środkową, plejstocenijsko-holocenijską, półprzepuszczalną oraz górną holocenijską o dobrej przepuszczalności.

Zwierciadło wód podziemnych ma charakter swobodny lub napięty, w zależności od występowania warstwy rozdzielającej (namuły, ropy, torfy) w środkowej części poziomu wodonośnego. Średnia miąższość użytkowego poziomu wodonośnego wynosi około 22 m i wzrasta w kierunku wschodnim do 28 m.

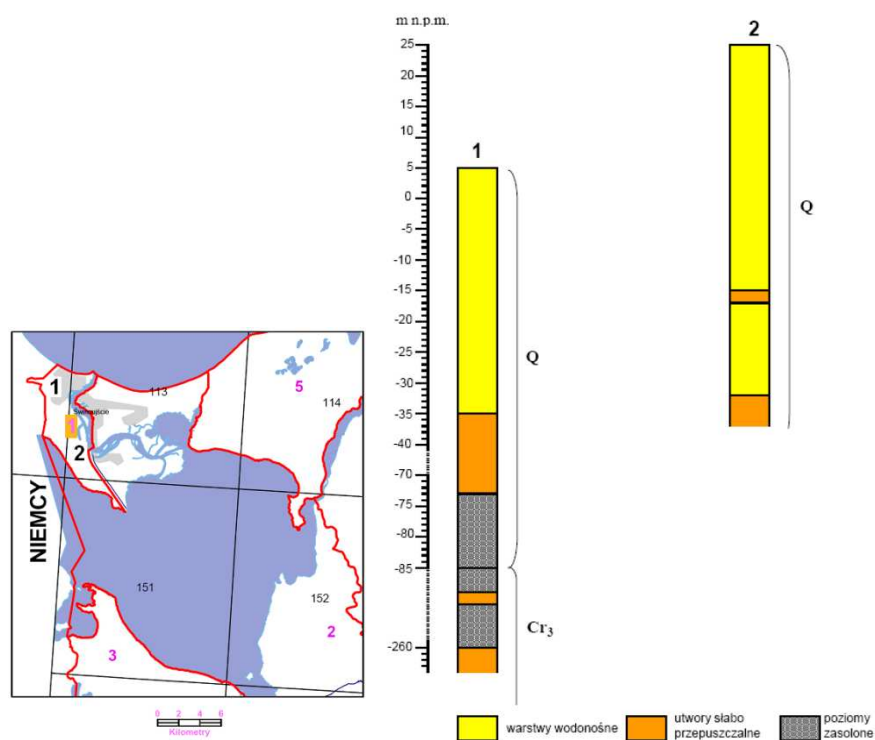
Zasilanie wód podziemnych odbywa się drogą bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych (Rysunek 23).

Brak naturalnej izolacji w postaci utworów słabo przepuszczalnych oraz stosunkowo płytkie występowanie wody w utworach czwartorzędowych powodują, że główny użytkowy poziom wodonośny charakteryzuje się bardzo wysokim stopniem zagrożenia. Potencjalne zanieczyszczenia mogą bardzo szybko przedostać się z powierzchni terenu wraz z wodami opadowymi infiltrującymi w głąb systemu wodonośnego (Rysunek 23).

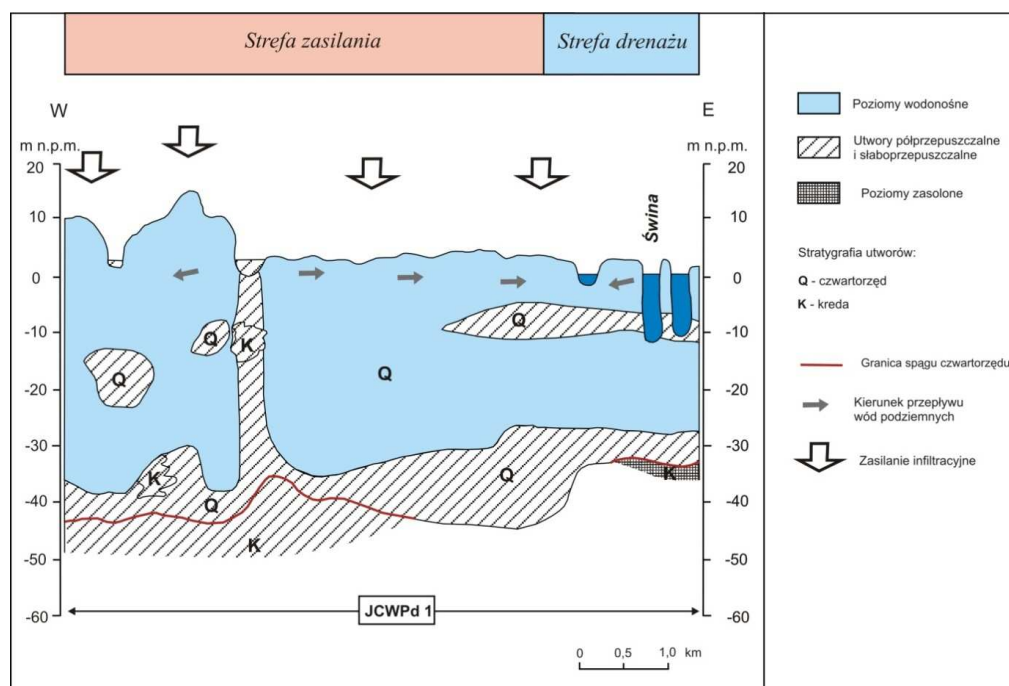
Dodatkowe naturalne czynniki i zjawiska powodujące istniejące i potencjalne zanieczyszczenie użytkowego poziomu wodonośnego:

- płytkie zaleganie wysoko zmineralizowanych wodonośnych poziomów w utworach kredy. Ciśnienie wód wysoko zmineralizowanych w utworach kredy jest niższe, ale zbliżone do ciśnienia w utworach czwartorzędowych. Obniżenie ciśnienia hydrostatycznego wód w osadach czwartorzędowych spowodowane eksploatacją może wywoływać ascensję wód słonych z utworów kredowych;
- brak ciągłej warstwy izolującej poziom tworzy obszary będące w bezpośrednim kontakcie z wodami słonymi;
- niskie położenie terenu i związane z tym niskie położenie zwierciadła wód podziemnych, często poniżej poziomu morza, ma zasadnicze znaczenie dla umożliwienia intruzji wód z podłoża;
- graniczenie wyspy z wodami powierzchniowymi: morskimi (Zatoka Pomorska), Świny i Zalewu Szczecińskiego, których współzależność powoduje spiętrzenie wód i ich dwukierunkowe płynięcie związane ze zjawiskiem „cofki” – zjawisko powodujące ingerencję tych wód głęboko w ląd;
- występowanie utworów organicznych w stropie i środkowej części poziomu wodonośnego.

Poziomy wodonośny w utworach czwartorzędowych łączy się lokalnie hydraulicznie z poziomem kredowym i według danych z Atlasu Hydrogeologicznego Polski Paczyńskiego (1995) stanowią główny poziom wodonośny. W utworach kredy występuje jeden poziom wodonośny, który od głębokości poniżej 50 m jest zasolony. Ascensja i ingresja wód słonych została zauważona również w osadach czwartorzędowych.



Rysunek 22. Profile geologiczne i ich lokalizacja w obrębie JCWPd nr 1. Źródło: PSH



Rysunek 23. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 1

Tabela 12. Charakterystyka JCWPd nr 1

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
42,06	Odra	Q(1-2) – (K ^z)	Q	Q	100	SŁABY	SŁABY	SŁABY	SŁABY	SŁABY	SŁABY	SŁABY

W JCWPd nr 1 nie występują obszary szczególnie narażone na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzenia rolniczego. Głównym zidentyfikowanym problemem jednostki jest nadmierny pobór wody z ujęć wód podziemnych powodujący ascenzję wód zasolonych z podłoża oraz ingresje wód zasolonych z Bałtyku.

Do oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2015 r. wykorzystano informację z 8 punktów pomiarowych. Wszystkie punkty reprezentują wody pierwszego kompleksu wodonośnego. Siedem z nich zafiltrowanych jest w warstwie czwartorzędowej, a tylko punkt 2696 ujmuje wody poziomu kredowego. W punktach 2694 i 2706 głębokość do stropu warstwy wodonośnej sięga ok 2 metrów. W pozostałych otworach, głębokość do stropu warstwy wodonośnej wynosi od ok. 6 do 39,2 m p.p.t. (Tabela 13).

Punkty pomiarowe, w których odnotowano przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego to: 2697, 2696, 2694, 2706, 1582 i 1303. Punkt nr 2696 ujmuje poziom kredowy, wodę z tego punktu zaklasyfikowano do V klasy jakości, ze względu na wysokie stężenia Cl i Na. Są to charakterystyczne wartości stężeń tych wskaźników w punkcie 2696. Jest to woda, której skład chemiczny uległ zmianie w wyniku ascenzji lub ingresji wód słonych typu Cl-Na do warstw wodonośnych (PEW terenowa 2204 $\mu\text{S/cm}$). W punkcie 1303, odnotowane wartości stężeń NH_4 i Cl także mogą wskazywać na wpływ ascenzji lub ingresji wód słonych. Świadczyć może o tym położenie punktu ok. 320 m od linii brzegowej Morza Bałtyckiego. Najwięcej przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego odnotowano w punkcie 2697, w przypadku następujących wskaźników: Fe, Se, NO_2 , Ca, NH_4 , K, PEW, Mg, Na, Cl. Biorąc pod uwagę lokalizację punktu 2697 (ok. 1 km od brzegu Morza Bałtyckiego), podobnie jak w przypadku punktów nr 1303 i 2696, można przypuszczać, że przyczyną wysokich wartości stężeń wymienionych wyżej wskaźników jest ingresja wód słonych. W punkcie 1582 tylko NH_4 wskazuje na V klasę, brak jest wskaźników w IV, głębokość otworu wynosi 26 m, ujmowany poziom jest niezolowany od powierzchni terenu dlatego można przypuszczać, że wskaźnik ten ma geogeniczne pochodzenie wskaźnika (Załącznik 4). Punkt 1582 zlokalizowany jest w strefie brzegowej Morza Bałtyckiego.

Wpływ ascenzji wód słonych z poziomu kredowego do użytkowego, czwartorzędowego poziomu wodonośnego i ingresji wód słonych lub słonawych z Bałtyku (zatoka Pomorska), Zalewu Szczecińskiego i Świny został potwierdzony w ocenie stanu według danych z 2012 r. Stwierdzono, że przyczyną ascenzji wód słonych była wysoka eksploatacja wód poziomu czwartorzędowego w obszarze Polski i Niemiec oraz działanie systemu melioracyjnego wód pierwszego poziomu wodonośnego. W czasie wezbrań sztormowych Bałtyku wody słone (morskie) przenikają do sieci kanałów melioracyjnych przekopu do wód podziemnych. Podczas niskich stanów wód w Zatoce Pomorskiej wody podziemne są drenowane wzdłuż brzegów Zatoki, Zalewu, starorzeczy i przez kanały melioracyjne. Najwyższe wartości wysokości hydraulicznej przekraczają 1,5 m n.p.m. w zachodniej części wyspy Wolin.

Przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego odnotowano także w punkcie 2706, w przypadku NO_2 i w punkcie 2694, w przypadku Cl i TOC. Z profili punktów 2694 i 2706 wynika, że miąższość warstwy glebowej wynosi tam ok. 0,5 m (Tabela 13). Podwyższone wartości tych wskaźników, w punkcie 2694, w 2015 roku, jaki i w poprzednich latach, można tłumaczyć przyczynami naturalnymi, związanymi z nagromadzeniem substancji organicznych. Przekroczenie wartości progowej dobrego stanu wód podziemnych w kontekście NO_2 dotyczy punktu 2706, ujmującego poziom wodonośny, który nie ma izolacji od powierzchni terenu. Antropogeniczne pochodzenie wskaźnika stanowi ryzyko nieosiągnięcia celów środowiskowych.

W punktach 1263 i 2695 wyznaczono II klasę, a wartość stężenia żadnego z oznaczanych wskaźników nie przekroczyła zatem 75% wartości progowej dla dobrego stanu chemicznego.

Średnie stężenia poszczególnych jonów wyliczone na podstawie wyników ze wszystkich punktów monitoringowych w jednostce, tylko w przypadku NH_4 , Na i Cl przekraczają wartość progową dobrego stanu wód podziemnych. Taki zestaw wskaźników, może świadczyć, że na jakość wód podziemnych w tej jednostce ma wpływ ascenzja lub ingresja, wywołane nadmierną eksploatacją, ale także procesy geogeniczne.

Szacowany zasięg zanieczyszczenia wynosi 88,24% powierzchni JCWPd nr 1. Dlatego też ogólny stan chemiczny wód podziemnych w JCWPd nr 1 w roku 2015 określono jako słaby dostatecznej wiarygodności. O dostatecznej wiarygodności zdecydowała liczba opróbowanych punktów.

JCWPd nr 1 powinna nadal być objęta monitoringiem operacyjnym ze względu na nadmierną eksploatację ujęć, która powoduje ingresję lub ascenzję wód słonych typu Cl-Na do warstw wodonośnych, a także szkodliwe

działanie na jakość wód podziemnych w skutek obniżania się zwierciadła wody na obszarach bagiennych, gdzie występują osady organiczne, co z kolei może prowadzić do wzrostu stężeń Fe, TOC i zmiany barwy wody.

Na obszarze JCWPd nr 1 szczególnej ochrony wymagają zasoby wód słodkich, z uwagi na ich ograniczoną odnawialność i brak warstw izolujących od powierzchni terenu. Wysokim stopniem zagrożenia odznaczają się wody gruntowe, o zwierciadle swobodnym, nieizolowane od powierzchni terenu osadami słabo przepuszczalnymi, mające kontakt z wodami rowów melioracyjnych i kanałów portowych.

Tabela 13. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 1

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
2694	1,5	13,0–15,0	Q	1	IV	Cl, TOC		SŁABY	SŁABY DW
2706	2,0	2,5–3,5	Q	1	IV	NO ₂			
1263	6,08	28,6–32,6	Q	1	II				
1303	14,0	21,2–33,0	Q	1	IV	Cl	NH ₄		
2697	17,0	3,0–35,0	Q	1	V	Fe, Se, NO ₂ , Ca	NH ₄ , K, PEW, Mg, Na, Cl		
1582	20,0	19,5–23,5	Q	1	IV		NH ₄		
2695	22,6	27,0–29,0	Q	1	II				
2696	39,2	44,0–46,0	K	1	V		Na, Cl		

Jednolita część wód podziemnych nr 2

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 2 położona jest na obszarze regionu Dolnej Odry i Przyszorza Zachodniego. Powierzchnia jednostki wynosi 987,69 km². W jej południowo-zachodniej części znajduje się niewielki fragment udokumentowanego, czwartorzędowego zbiornika Stargard-Goleniów – GZWP nr 123. Na obszarze wydzielonej JCWPd nr 2 zwykle wody podziemne występują w obrębie utworów czwartorzędowych, paleogeńskich i kredowych w przedziale głębokości od poniżej 5 m do ponad 25 m. Rolę głównego użytkowego piętra wodonośnego, w tym regionie, pełni piętro czwartorzędowe oraz lokalnie, w okolicy Żychlikowa, piętro kredowe (Rysunek 24, Rysunek 25, Tabela 14).

Czwartorzędowe piętro wodonośne charakteryzuje wielowarstwowy układ poziomów wodonośnych, poprzedzielanych warstwami utworów słabo przepuszczalnych. Najczęściej w obrębie tego piętra wydziela się dwa poziomy wodonośne.

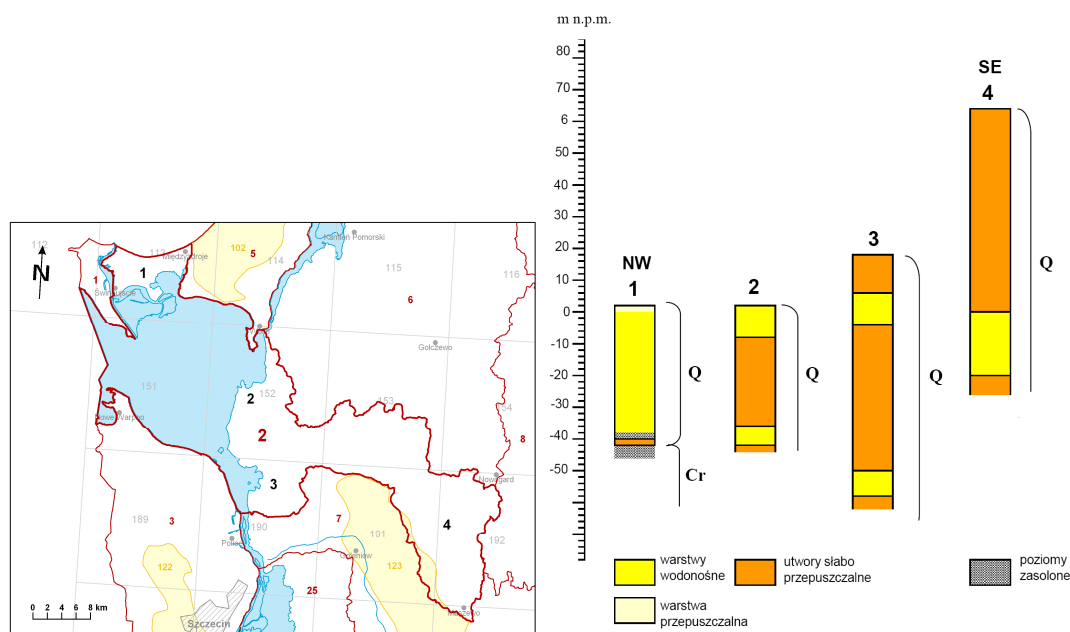
Poziom przypowierzchniowy pełni rolę głównego użytkowego poziomu wodonośnego wokół Zalewu Szczecińskiego. Jest to odkryty poziom występujący w piaszczystych osadach rzecznych, rzeczno-rozlewiskowych, sandrach oraz lokalnie ozach i kemach zlodowaceń północnopolskich. Lokalnie poziom rozdzielony jest na dwie warstwy serią osadów słabo przepuszczalnych. Miąższość poziomu zawiera się w przedziale od kilku do 40 m. Zwierciadło ma charakter swobodny lub lekko napięty pod pokrywą osadów organicznych i układa się na głębokości od 0,4 do 30 m. Zasilanie poziomu odbywa się poprzez bezpośrednią infiltrację wód opadowych. Spływ wód podziemnych odbywa w kierunku do Morza Bałtyckiego i do Zalewu Szczecińskiego. Obszar ten charakteryzuje się wysokim i bardzo wysokim stopniem zagrożenia wód podziemnych, ze względu na brak izolacji od powierzchni terenu i możliwość infiltracji wód powierzchniowych w przypadku intensywnej eksploatacji. W północnej części jednostki istnieje również bardzo duże zagrożenie zasoleniem poziomu wodonośnego. Charakterystyczne dla tego regionu niskie położenie zwierciadła wody, niestwarzające wystarczającego ciśnienia hydrostatycznego dla zrównoważenia naporu wód zmineralizowanych z podłoża oraz ograniczone zasilanie, będące skutkiem szybkiego odprowadzania wód opadowych do wód powierzchniowych sprawiają, że występuje potrzeba znacznego ograniczenia wielkości eksploatacji wód podziemnych.

Poziom międzyglinowy występuje w piaszczysto-żwirowych osadach wodnolodowcowych związanych ze zlodowaceniami środkowopolskimi oraz z osadami rzeczno-terestadialnymi mazowieckiego. Lokalnie poziom ten wykazuje dwudzielność – dwie warstwy piasku rozdzielone są warstwą glin. Utwory budujące poziom

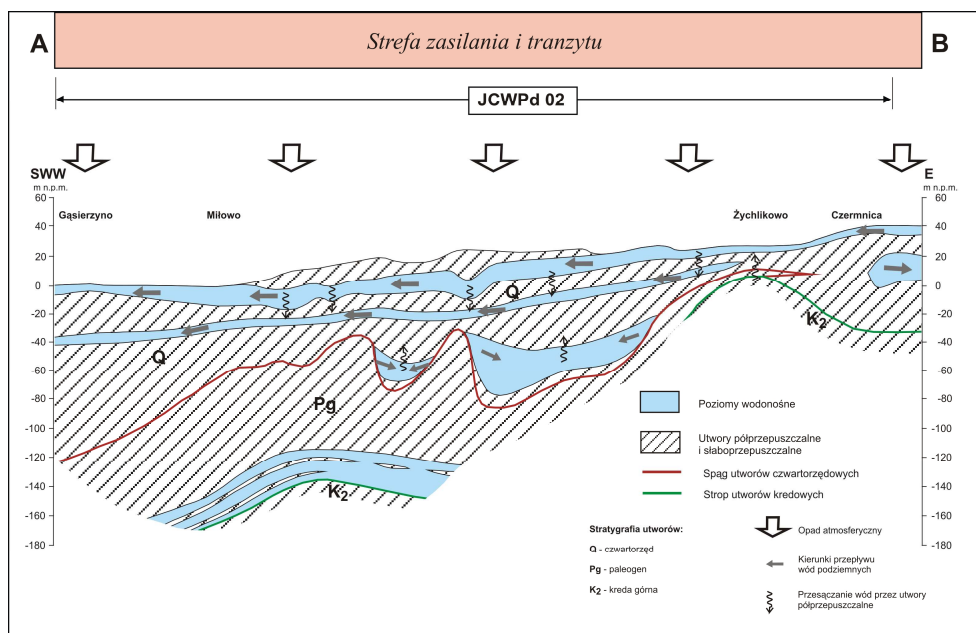
międzyglinowy występują na głębokości od 4,6 w centrum jednostki do 75 m w części południowo-wschodniej. Miąższość utworów wodonośnych wynosi od 4,5 do 36 m, średnio około 16 m. Zwierciadło wody poziomu międzyglinowego ma charakter napięty i stabilizuje się na rzędnych od 2 do około 44 m n. p. m. Lokalnie poziom międzyglinowy łączy się z poziomem przypowierzchniowym i zwierciadło wody ma wówczas charakter swobodny. Zasilanie poziomu wodonośnego odbywa się pośrednio na drodze infiltracji wód opadowych poprzez utwory wyżej leżące lub bezpośrednio w strefach okien hydrogeologicznych. Wody odpływają ku zachodowi i północnemu-zachodowi do głównej bazy drenażu, którą stanowią rzeka Gowienica oraz Zalew Szczeciński. Obszar występowania poziomu międzyglinowego charakteryzuje się zróżnicowaną izolacją na przenikanie zanieczyszczeń antropogenicznych w związku z czym zaliczany jest do średniego, niskiego lub bardzo niskiego stopnia zagrożenia dla wód podziemnych, przy czym najgorsze warunki pod tym względem panują w środkowej części jednostki, a najkorzystniejsze – w części południowo-wschodniej. Korzystne wykształcenie litologiczne warstwy wodonośnej oraz dobra izolacja poziomu wodonośnego, w postaci jednej lub dwóch warstw glin o miąższości od kilku do kilkudziesięciu metrów występujące w południowej części JCWPd były podstawą wydzielenia jego obrębie Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 123 Stargard – Goleniów.

Paleogeńskie piętro wodonośne występuje lokalnie we wschodniej części jednostki, gdzie pełni rolę podrzędnego poziomu wodonośnego. Został on rozpoznany na podstawie dwóch studni zlokalizowanych poza granicą omawianej jednostki. Warstwę wodonośną stanowią drobnoziarniste piaski paleogenu. Lokalnie poziom ten pozostaje w kontakcie z zalegającymi niżej piaszczystymi utworami kredy dolnej. Miąższość warstwy wodonośnej przekracza 70 m. Napięte zwierciadło wody stabilizuje się na głębokości od 6,1 do 0,6 m n.p.t.

Kredowe piętro wodonośne, a właściwie górnokredowy poziom wodonośny występuje na niewielkim obszarze we wschodniej części omawianej JCWPd, w rejonie miejscowości Żychlikowo. Brak użytkowego poziomu w czwartorzędzie sprawia, że poziom górnokredowy pełni tu rolę głównego poziomu użytkowego. Warstwę wodonośną stanowią spękane margle i piaszkowce. Użytkowa warstwa wodonośna występuje na głębokości od 18,5 do 79 m. Średnia miąższość poziomu wodonośnego wynosi 11,5 m. Zwierciadło wody ma charakter naporowy i stabilizuje się na głębokości od 1,7 do 8,7 m (26,7–33,8 m n.p.m.). Na obszarze występowania piętra kredowego stwierdzono średni stopień zagrożenia dla wód podziemnych.



Rysunek 24. Profile geologiczne i ich lokalizacja w obrębie JCWPd nr 2. Źródło: PSH



Rysunek 25. Schemat przepływu wód podziemnych w JCWPd nr 2. Źródło: PSH

Tabela 14. Charakterystyka JCWPd nr 2

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
987,69	Odra	Q(1-2) – (Cr Z), CrZ	Q	Q	100	SLĄBY	SLĄBY	SLĄBY NW	DOBRY	DOBRY	SLĄBY	SLĄBY DW

W JCWPd nr 2 nie występują obszary szczególnie narażone na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzenia rolniczego. W jednostce zidentyfikowano zależność pomiędzy stanem wód podziemnych a ekosystemami lądowymi od nich zależnymi.

Do oceny stanu chemicznego JCWPd nr 2, według danych z 2015 r., wykorzystano wyniki analiz chemicznych z punktów 1185, 1275, 1491, 1820 i 1538 (Tabela 15). Głębokość do stropu warstwy wodonośnej wynosi od 0,3 do 11,6 m. Cztery pierwsze punkty ujmują wody pierwszego kompleksu wodonośnego. Tylko punkt nr 1538 ujmuje wody drugiego kompleksu wodonośnego. Próbkę wody pobrane w punktach reprezentujących pierwszy kompleks wodonośny, zostały zaklasyfikowane do III i IV klasy jakości. W przypadku punktu 1185 zdecydowały o tym stężenia SO₄ i Ca, w przypadku punktu 1275 stężenie Fe (prawdopodobnie geogeniczne pochodzenie wskaźników, tylko Fe w V klasie, profil otworu niezany, zwierciadło swobodne na głębokości 0,3 m), 1820 przekroczenia NH₄ (geogeniczne pochodzenie wskaźnika, tylko NH₄ w V klasie jakości, w IV klasie nic), a 1491 przekroczenia TOC (tylko TOC w IV klasie jakości – geogeniczne pochodzenie wskaźnika, w nadkładzie ujmowanego poziomu występują mułki z domieszką torfów). Charakter odnotowanych przekroczeń może być zarówno geogeniczny jak i antropogeniczny (Załącznik 4). Przekroczenie 75% wartości progowej dla dobrego stanu chemicznego odnotowano w punkcie 1185 w przypadku Mn, Zn, K i HCO₃, a w punkcie 1491 w przypadku NH₄. Stwierdzone przekroczenia wartości progowej w punkcie 1185 mają prawdopodobnie charakter antropogeniczny, jednak ze względu na to, że szacowany zasięg stwierdzonego zanieczyszczenia, stanowi 7,82% powierzchni JCWPd nr 2. stan chemiczny wód podziemnych w pierwszym kompleksie wodonośnym w roku 2015 określono jako dobry

Wody ujmowane w punkcie nr 1538 zakwalifikowano do V klasy jakości ze względu przekroczenie wartości progowej TOC. Ujmowany poziom wodonośny izolowany jest niespełną dwumetrową warstwą gliny piaszczystej. Żaden z pozostałych wskaźników nie przekracza 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego. Szacowany zasięg przekroczenia wartości TV stwierdzonego w punkcie numer 1538 wynosi 14,64% powierzchni

tej jednostki. Stwierdzone przekroczenia mają charakter geogeniczny, dlatego stan chemiczny wód podziemnych w drugim kompleksie w roku 2015 określono jako dobry.

Średnie stężenia poszczególnych jonów wyliczone na podstawie wyników z punktów 1185, 1275, 1491 i 1820, w przypadku NH_4 i Fe przekraczają wartość progową dobrego stanu wód podziemnych. Punkty te zlokalizowane są na kierunku spływu wód do Zalewu Szczecińskiego i Morza Bałtyckiego, dlatego odnotowane tam wartości stężeń są znacznie wyższe od tych w punkcie 1538.

Podsumowując, stan chemiczny JCWPd nr 2 w 2015 r określono jako dobry dostatecznej wiarygodności. O dostatecznej wiarygodności zdecydowała liczba punktów, z których dane zostały wykorzystane do oceny stanu.

Zagrożeniem dla dobrego stanu chemicznego wód podziemnych w tej jednostce są rozproszone ogniska zanieczyszczeń, którymi mogą być m.in. obiekty związane z działalnością rolniczą i siedliska wiejskie, nieprawidłowa gospodarkę ściekami komunalnymi, rolniczymi i przemysłowymi. Ze względu na słabą izolację poziomu przypowierzchniowego wody w nim występujące, na całym obszarze jednostki są bardzo podatne na przenikanie zanieczyszczeń. Również niżej występujące poziomy są potencjalnie narażone na przenikanie zanieczyszczeń na drodze infiltracji, co stanowi podstawę do kontynuacji monitoringu operacyjnego w JCWPd nr 2.

Tabela 15. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 2

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonosnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonosnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonosny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonosnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
1275	0,31	b.d.	Q	1	IV		Fe	DOBRY	DOBRY DW
1491	1,6	16,0–20,0	Q	1	III	TOC			
1185	11,6	11,6–12,6	Q	1	IV	SO_4 , Ca			
1820	15,0	15,5–19,0	Q	1	IV		NH_4		
1538	6,1	15,5–19,5	Q	2	V		TOC	DOBRY	

Jednolita część wód podziemnych nr 12

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 12 znajduje się w Regionie Wodnym Dolnej Wisły i obejmuje swym zasięgiem północno-zachodnią część obszaru zlewni Łeby i północno-wschodnią część obszaru zlewni Łupawy oraz przylegającą do nich część bezpośredniej zlewni Morza Bałtyckiego. Jej powierzchnia wynosi 278,99 km². Występowanie wód podziemnych związane jest z utworami czwartorzędu, miocenu, oligocenu oraz kredy (Rysunek 26, Tabela 16).

W modelu pojęciowym JCWPd 12 wydzielono trzy zagregowane poziomy wodonosne tworzące spójny system wód podziemnych charakteryzujący się złą jakością wód oraz zasoleniem w rejonie miejscowości Rowy i Łeba na skutek ingresji wód morskich oraz ascenzji zmineralizowanych wód z podłoża. Są to: poziom holoceno-plejstoceno (Qp-h) Niziny Gardnieńsko-Łebskiej, poziom oligoceno-mioceno-dolnoplejstoceno (międzymorenowy) (Ol-M-Qm) oraz poziom kredowy (K), (Rysunek 27).

Poziom pierwszy – holoceno-plejstoceno (Qp-h) definiowany jako pierwszy od powierzchni poziom wód podziemnych, o zwierciadle swobodnym lub lokalnie nieznacznie napiętym. Jest to poziom, który na przeważającej części omawianej jednostki stanowi główny użytkowy poziom wodonosny. Zwierciadło wody układa się na rzędnej od 5 m n.p.m. do poziomu morza. Główny kierunek spływu wód odbywa się do Morza Bałtyckiego. Wody podziemne zasilane są przez infiltrację opadów atmosferycznych, dopływ lateralny oraz częściowo ascenzję z głębszych poziomów wodonosnych. Drenowane są przez cieki powierzchniowe, system rowów melioracyjnych oraz jeziora przybrzeżne i Bałtyk. Poziom ten praktycznie pozbawiony jest izolacji w postaci warstw utworów słabo przepuszczalnych (tylko lokalnie występują mulki oraz torfy i gytie) co sprawia, że posiada niską odporność na przedostawanie się zanieczyszczeń z powierzchni terenu wraz z infiltrującymi wodami opadowymi. Jednak ograniczona dostępność tego terenu (Słowiński Park Narodowy) i niewielka liczba potencjalnych ognisk zanieczyszczeń pozwala określić stopień zagrożenia w części centralnej i zachodniej

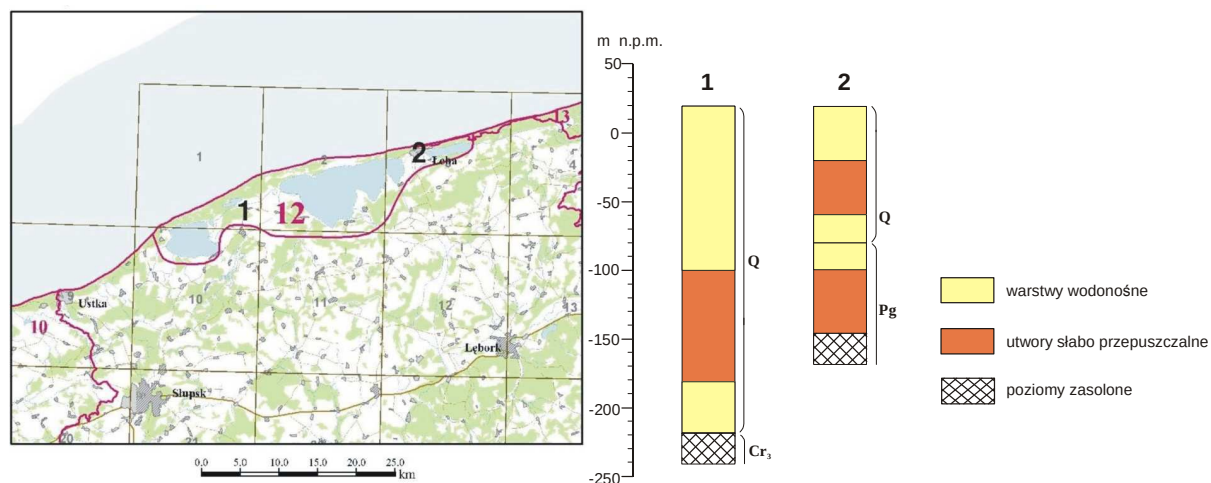
jednostki jako średni lub niski. Natomiast na obszarach położonych na północ, północny-wschód i na południe od jeziora Łebsko, gdzie znajduje się większa liczba potencjalnych ognisk zanieczyszczeń, stopień zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego określa się jako wysoki lub bardzo wysoki.

Poziom drugi – oligoceńsko-mioceneńsko-dolnoplejstoceni (międzymorenowy) (Ol-M-Qm). Poziom ten stanowi główny użytkowy poziom wodonośny na wielkim obszarze położonym pomiędzy jeziorami Łebsko i Sarbsko. Wody w różnowiekowych osadach piaszczystych są w kontakcie hydraulicznym; zwierciadło jest napięte, stabilizuje się z reguły nieco poniżej lub równo z poziomem zwierciadła wód poziomu holocenceńsko-plejstoceni. Układ i kierunki spływu są zbieżne do poziomu holocenceńsko-plejstoceni. Poziom oligoceni występuje na znacznych głębokościach od 70 do 90 m. a nawet poniżej 100 m co zapewnia mu całkowitą izolację, ale równocześnie ogranicza jego zasilanie.

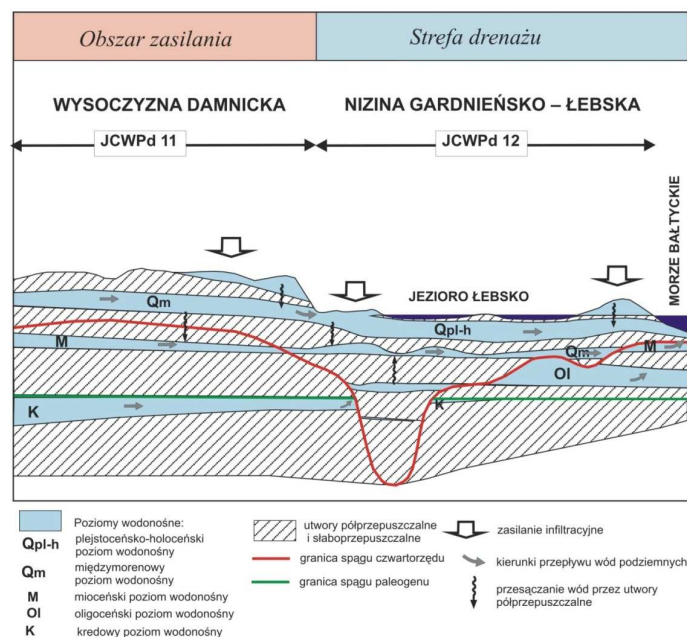
Poziom trzeci – kredowy (K) występuje w piaskowcach o tendencji wyklinowywania się ich w kierunku Łeby. Są to wody zmineralizowane występujące w piaskowcach górnej kredy, nieposiadające znaczenia użytkowego, gdyż zawartość jonu chlorkowego osiąga ok. 1000 mgCl/dm³. Aktywna strefa wymiany wód sięga utworów górnej kredy. Głębokość, na której stwierdzono występowanie wód słonych jest niewielka i wynosi 0,8 m.

W okolicy miejscowości Rowy brak jest poziomu wodonośnego w utworach czwartorzędu, a pierwszy poziom wodonośny występuje w utworach miocenu na głębokościach 15–50 m. Miąższość utworów wodonośnych mieści się w przedziale 15–50 m. Zwierciadło wody o charakterze napiętym stabilizuje się na rzędnych około 0,5 m. Spływ wód podziemnych następuje w kierunku Bałtyku.

W związku z dużą zawartością jonu chlorkowego w wodach podziemnych występujących w osadach czwartorzędowych i neogeneńskich, na części obszaru, w rejonie Rowów, brak jest użytkowego piętra wodonośnego. Podobna sytuacja występuje w centralnej części jednostki, na zachodnim brzegu jeziora Łebsko, gdzie ze względu na bardzo złą jakość wód podziemnych poziomu plejstoceni-holocenceńskiego wyznaczone zostały obszary pozbawione użytkowych poziomów wodonośnych. Z powodu stagnacji wód charakteryzuje je bardzo wysoka: zawartość azotu amonowego, żelaza, manganu oraz utlenialność, twardość i barwa. Niewielkie obszary pozbawione użytkowego poziomu wodonośnego znajdują się również na północny-wschód od jeziora Łebsko. Obszar JCWPd nr 12 obejmuje obszar Słowińskiego Parku Narodowego wraz z otoczeniem. Ekosystemy gruntowo-wodne parku występują w bezpośredniej więzi hydraulicznej z wodami podziemnymi.



Rysunek 26. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 12. Źródło: PSH



Rysunek 27. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 12. Źródło: PSH

Tabela 16. Charakterystyka JCWPd nr 12

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
278,99	Wisła	Q ₂ ^Z , (Pg ^Z) – K ^Z	Ol – M – Q _m	Q	100	DOBRY	SLABY	SLABY	DOBRY	DOBRY	SLABY NW	SLABY NW

Na terenie JCWPd nr 12 nie stwierdzono istotnych ognisk zanieczyszczeń. Znajdują się tu dwie oczyszczalnie ścieków w Rowach i Łebie, trzy stacje paliw w Łebie, ośrodki turystyczne i kąpieliska nadmorskie oraz ośrodki rybołówstwa. W JCWPd nr 12 nie występują obszary szczególnie narażone na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzenia rolniczego.

W ramach monitoringu operacyjnego 2015, na obszarze JCWPd nr 12 opróbowano siedem punktów monitoringowych o numerach 933, 1751, 1755, 1981, 2500, 2502 i 2501. Głębokość zalegania warstwy wodonośnej w sześciu pierwszych punktach mieści się w przedziale od 1,3 do 11,5 m. Zwierciadło wody w tej warstwie na charakter swobodny, lokalnie napięty a punkty te reprezentują pierwszy kompleks wodonośny. Punkt 2501 ujmuje wody drugiego kompleksu wodonośnego a głębokość do stropu warstwy wodonośnej wynosi 48 m.

Próbki wody pobrane w punktach 2502, 1981 i 1755 zostały zaklasyfikowane do IV klasy jakości ze względu na wysokie stężenia Zn, TOC, NH₄, Fe, Al, pH. Natomiast w punktach 1751 i 2500 ze względu na wartości stężeń: TOC, NH₄, Fe, K, i HCO₃ określono V klasę jakości. We wszystkich punktach stwierdzono także przekroczenie 75% wartości progowej dobrego stanu w przypadku Mn, Fe, NH₄, PEW, Cl i TOC. Wyniki badań parametrów fizyczno-chemicznych w punkcie 1981 wykazały podwyższone stężenia Zn, przez co próbki wody pobrane z tego punktu zaklasyfikowane zostały do IV klasy jakości (Tabela 17). Podwyższone stężenia Zn mogą być wynikiem zanieczyszczenia antropogenicznego, m in. ze ścieków komunalnych.

Oszacowany zasięg zanieczyszczenia w obrębie analizowanej jednostki wynosi 86,10%. Ze względu na to, że wartość progowa dobrego stanu wód podziemnych została przekroczona w przypadku wskaźników, które mogą mieć antropogeniczne pochodzenie (Al, K, Zn), stan chemiczny JCWPd nr 12 określono jako słaby dostatecznej wiarygodności. O dostatecznej wiarygodności zdecydowała liczba opróbowanych punktów.

W punkcie 2501, ujmującym wody drugiego kompleksu wodonośnego określono II klasę jakości (Tabela 17).

Po uśrednieniu wartości stężeń poszczególnych wskaźników ze wszystkich punktów monitoringowych, w kompleksie pierwszym, stwierdzono przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych, w przypadku TOC, NH_4 i Fe.

JCWPD nr 12 powinna nadal być opróbowywana w ramach monitoringu operacyjnego ze względu na uwarunkowania geogeniczne a także ze względu na lokalną możliwość ascencji wód słonych z podłoża mezozoicznego. Zakłada się, że intruzje współczesnych wód morskich do przybrzeżnych warstw wodonośnych wywołane eksploatacją mają bardzo ograniczony zasięg. Istnieje jednak tendencja wzrostu stężenia jonu chlorkowego w trakcie zwiększonej eksploatacji ujęć nadmorskich. Innym geogenicznym zagrożeniem dla jakości wód pierwszego poziomu wodonośnego jest bardzo powolny przepływ wód na obszarze wydmy, a na terenie mierzei rozkład materii organicznej w podłożu osadów holoceniowych. Wiąże się z tym wysokie stężenia NH_4 i Fe. Miejscami, poziomy wodonośny rozpatrywanej JCWPd pozbawione są izolujących osadów słabo przepuszczalnych, w związku z tym ułatwione jest przenikanie zanieczyszczeń z powierzchni terenu. W pewnym stopniu funkcję sorbującą oraz opóźniającą przesączanie zanieczyszczeń spełniają utwory organiczne przykrywające znaczną część powierzchni obszaru JCWPd.

Tabela 17. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 12

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
933	1,3	b.d.	Q	1	II			SŁABY	SŁABY DW
2502	4,5	b.d.	Q	1	IV	Zn, TOC	NH_4 , Fe		
1981	5,0	b.d.	Q	1	IV	Zn			
1751	1,2	12,0–14,0	Q	1	V		NH_4 , Fe, K, TOC		
1755	2,34	4,65–6,65	Q	1	IV	Al, pH	NH_4 , TOC		
2500	11,5	18,0–22,0	Q	1	V	Fe, Na	NH_4 , K, HCO_3	DOBRY	
2501	48,0	b.d.	Pg+Ng+Q	2	II				

Jednolita część wód podziemnych nr 14

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 14 obejmuje obszar Mierzei Helskiej. Powierzchnia tego obszaru wynosi około 30,94 km². Wyróżniono tutaj dwa poziomy wodonośne związane z osadami piaszczystymi holocenu oraz plejstocenu i kredy (Rysunek 28, Rysunek 29, Tabela 18). Poziom holoceniowy ma postać soczewy wód słodkich, powstałej na skutek długotrwałej akumulacji wód opadowych w piaskach holocenu. Miąższość soczewy wzrasta w kierunku południowym od 3 do 30 m. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i występuje z reguły na głębokości od 0,15 do 1,5 m. Zasilanie poziomu holoceniowego następuje na drodze bezpośredniej infiltracji wód opadowych, a drenaż odbywa się bezpośrednio do Zatoki Puckiej i do Bałtyku. Brak naturalnej bariery izolującej w postaci warstw słabo przepuszczalnych sprawia, że stopień zagrożenia poziomu holoceniowego jest bardzo wysoki.

Występujący, w postaci soczewy wód słodkich, w otoczeniu wód zasolonych, poziom wodonośny jest bardzo wrażliwy na nadmierną eksploatację. Przekroczenie poboru wody ponad wielkość zasilania powoduje zachwianie równowagi panującej pomiędzy tymi dwoma mediami, co w konsekwencji uruchomić może dopływ wód zasolonych do warstwy wodonośnej.

W północnej części JCWPd nr 14 ze względu na niewielką miąższość soczewy wód słodkich wynoszącą od 3 do 6 m i niewielkie zasoby, poziom wodonośny nie spełnia warunków poziomu użytkowego.

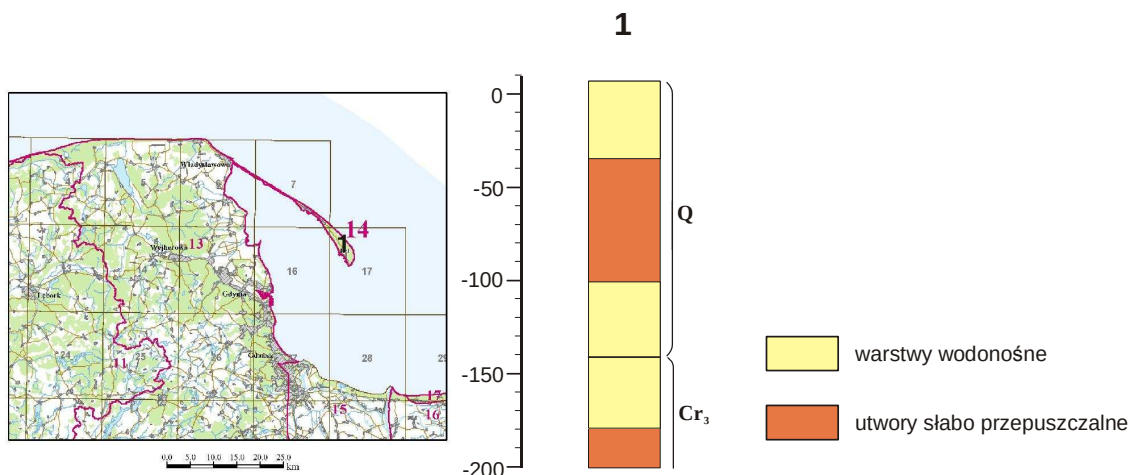
Poziom plejstoceniowy–kredowy stwierdzono na dwóch niewielkich obszarach w okolicy Juraty oraz na północ od Helu. Poziom wodonośny, związany z istnieniem głębokiej rynny erozyjnej, rozpoznano na głębokościach od 101,0 do 149,5 m. Utworami wodonośnymi są plejstoceniowe piaski ze żwirami

i górnokredowe piaski o łącznej miąższości od 18 do ponad 50 m (średnia miąższość tych osadów w okolicach Juraty wynosi 30 m, a w okolicach Helu 55 m).

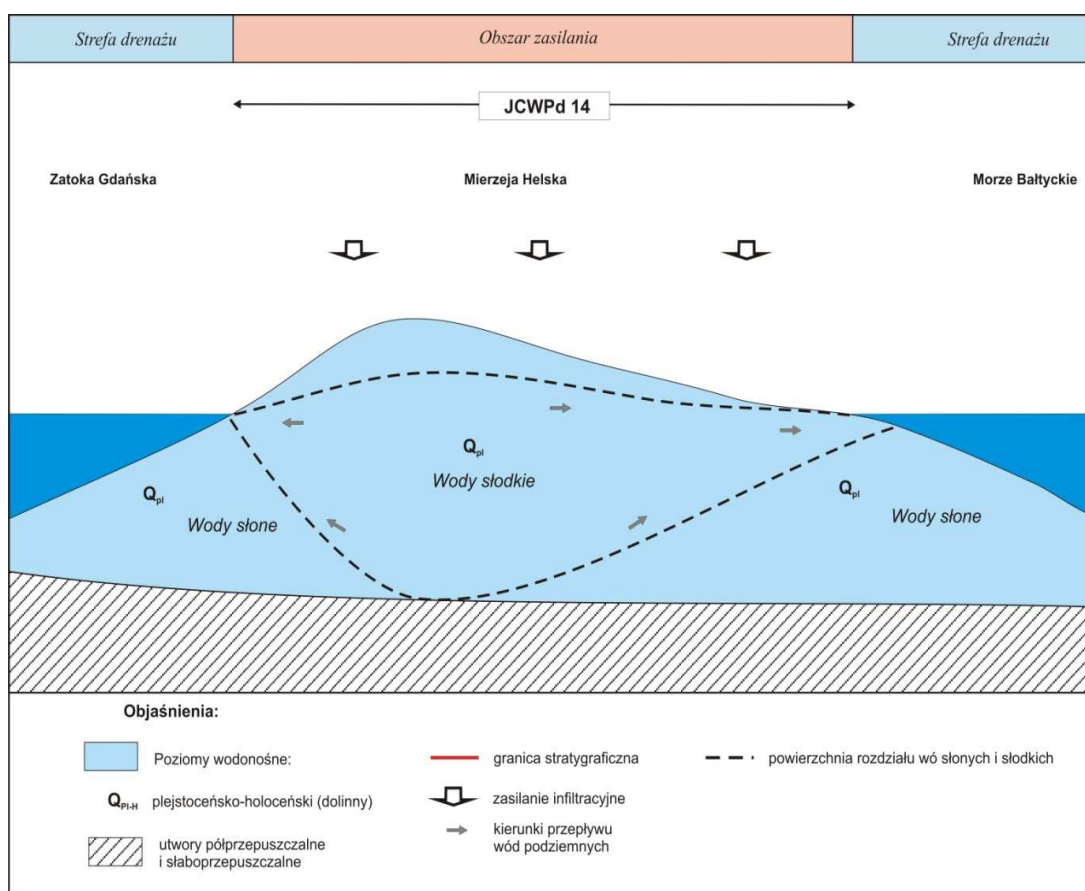
Wody w poziomie plejstoceno-kredowym są zaliczane do młodoreliktowych, które w głównej swojej masie pochodzą ze schyłku plejstocenu i początku holocenu. Wyniki badań izotopowych nie pozwalają również wykluczyć w niedużym stopniu zasilania współczesnego, które może się odbywać drogą przesączania poprzez kompleks słabo przepuszczalny. Zwierciadło wody o charakterze naporowym występuje na głębokości od 5 do 8 m.

Znajdujący się poniżej warstwy osadów słabo przepuszczalnych (mułki, gliny) poziom plejstoceno-kredowy charakteryzuje się niskim stopniem zagrożenia.

m n.p.m.



Rysunek 28. Profil geologiczny i jego lokalizacja JCWPd nr 14. Źródło: PSH



Rysunek 29. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 14. Źródło: PSH

Tabela 18. Charakterystyka JCWPd nr 14

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
30,94	Wisła	Q ₍₂₎ , – K	Q- (Ng+Pg)- Mez	BD*	100	SŁABY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY NW

* brak danych o stratygrafii

W JCWPd nr 14 nie występują obszary szczególnie narażone na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzenia rolniczego. Istotnym problemem jednostki jest niedostateczna sanitacja obszarów wiejskich i rekreacyjnych oraz nadmierny pobór z ujęć wód podziemnych.

W 2015 r. na obszarze JCWPd nr 14 opróbowano cztery punkty monitoringowe. Punkty 1423 i 2158 zafiltrowane są w płytszym poziomie plejstoceno–holoceńskim (kompleks pierwszy), a punkty 1109 i 2504 reprezentują głębszy poziom plejstoceno–kredowy (kompleks drugi, Tabela 19).

Wyniki pomiarów właściwości fizyczno-chemicznych w punktach 1423 i 2158 wykazały podwyższenie wartości stężeń TOC, NH₄ i Fe w zakresie stężeń IV i V klasy jakości. Ze względu na ich geogeniczne pochodzenie klasa jakości została ekspercko zmieniona do III i IV klasy (Tabela 19). W punkcie 1423, tylko NH₄ jest w V klasie jakości, w IV nic, głębokość otworu 20 m, brak izolacji od powierzchni terenu, w całym profilu występują piaski, dlatego można przypuszczać, że wskaźnik ten ma geogeniczne pochodzenie. W punkcie 1491 tylko TOC jest w IV klasie jakości (geogeniczne pochodzenie), w nadkładzie ujmowanego poziomu występują mulki z domieszką torfów, dlatego klasę podniesiono do III. Wartości stężeń pozostałych wskaźników mieściły się w granicach klas jakości I–III. O lokalnym wpływie presji antropogenicznej mogą świadczyć odnotowane w poprzednich latach przekroczenia wartości progowej dobrego stanu w przypadku acenaftenu, jednego ze wskaźników organicznych w punkcie nr 1423. Jest to bezbarwny, krystaliczny trójpierścieniowy węglowodór aromatyczny. Pochodne acenaftenu są stosowane do syntez organicznych m.in. leków, barwników, tworzyw sztucznych, środków grzybobójczych i owadobójczych. Badania związków organicznych w 2015 r. wykazały obecność acenaftenu, jednak jego stężenia mieszczą się w zakresie II klasy jakości. Ponieważ związki z grupy WWA wykazują bardzo niską rozpuszczalność w wodzie, zatem można uznać, że zanieczyszczenie to ma charakter punktowy.

Zasięg przekroczeń TV oszacowano na podstawie stosunku powierzchni całej JCWPd do powierzchni wydzielonych w jej granicach jednostek głównego użytkowego poziomu wodonośnego i wynosi on 20,65%. W związku z tym, że wskaźniki, w przypadku których odnotowano przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego są prawdopodobnie geogenicznego pochodzenia, stan chemiczny pierwszego kompleksu wodonośnego określono jako dobry.

W punktach 2504 i 1109 nie odnotowano przekroczeń wartości progowej dobrego stanu wód podziemnych. Jedynie w punkcie 2504 odnotowuje się przekroczenie 75% wartości progowej dobrego stanu w przypadku As, B, Na i HCO₃, a podwyższone stężenia (w granicy III klasy jakości) jonów arsenu i wodorowęglanów mają charakter geogeniczny. Na podstawie danych z roku 2015 nie stwierdzono zasolenia wód podziemnych będącym skutkiem nadmiernej eksploatacji wód podziemnych. W związku z tym stan chemiczny wód drugiego kompleksu można określić jako dobry.

Ze względu na geogeniczny charakter stwierdzonych przekroczeń wartości progowych w pierwszym kompleksie wodonośnym stan JCWPd nr 14 określono jako dobry.

Mając na uwadze potencjalne zagrożenie jakości wód poziomu plejstoceno–kredowego, które może pochodzić z dolnych zasolonych warstw kredy na drodze ascencji, a także zasolenia pochodzącego z Morza Bałtyckiego i Zatoki Puckiej w przypadku wieloletniej, ciągłej eksploatacji ujęć, JCWPd powinna być objęta monitoringiem operacyjnym w kolejnych latach.

Tabela 19. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 14

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
1423	1,2	17–19	Q	1	IV		NH ₄	DOBRY	DOBRY NW
2158	3,1	18–20	Q	1	III	NH ₄ , Fe, pH, TOC			
2504	103	120,7–151	Q	2	III			DOBRY	
1109	131	144,3–170	Q	2	II				

Jednolita część wód podziemnych nr 15

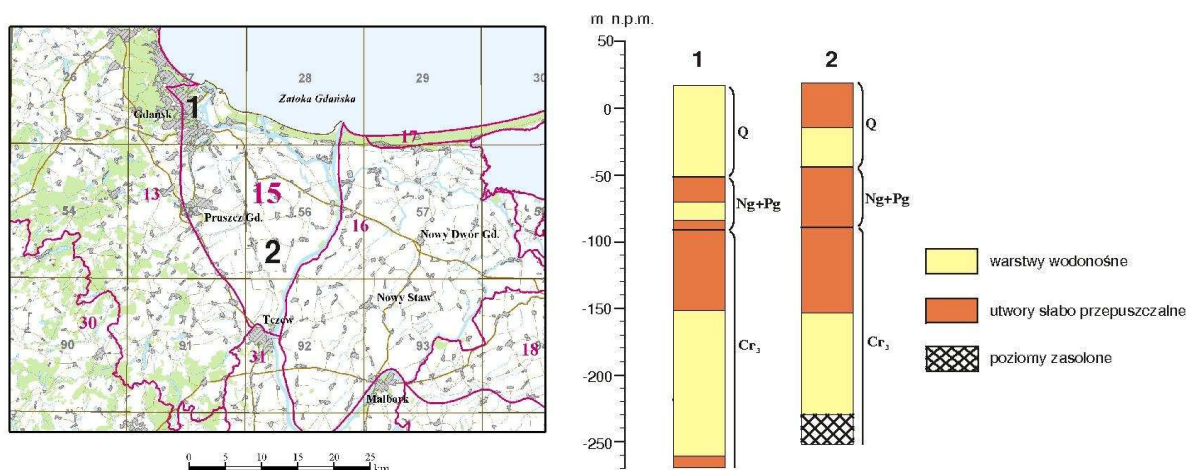
Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd 15 położona jest w zachodniej części Żuław Wiślanych. Powierzchnia jednostki wynosi 503,29 km². Na obszarze tej jednostki można wyróżnić dwa główne poziomy wodonośne: czwartorzędowy i kredowy oraz występujące lokalnie poziomy paleogeńsko-neogeński i czwartorzędowo-paleogeńsko-neogeński (Rysunek 30, Tabela 20).

Poziom czwartorzędowy występuje na przeważającej części obszaru JCWPd 15, przy czym w zachodniej i południowo-zachodniej części jednostki stanowi główny poziom użytkowy. Poziom ten tworzą wodnolodowcowe piaski i żwiry o miąższości od 10 do 40 m. Zasilanie warstwy wodonośnej następuje przez infiltrację wód opadowych, dopływ z wysoczyzny i zasilanie ascenzyjne z utworów kredowych. Zwierciadło wody ma charakter swobodny, czasem lekko napięty, wynika to z tego, że lokalnie warstwa piasków znajduje się pod warstwą holocenów namulów i torfów o miąższości od kilku do kilkunastu metrów. Naturalna izolacja poziomu jest niewielka lub nie występuje, co stanowi potencjalne zagrożenie zanieczyszczenia wód substancjami infiltrującymi z powierzchni terenu.

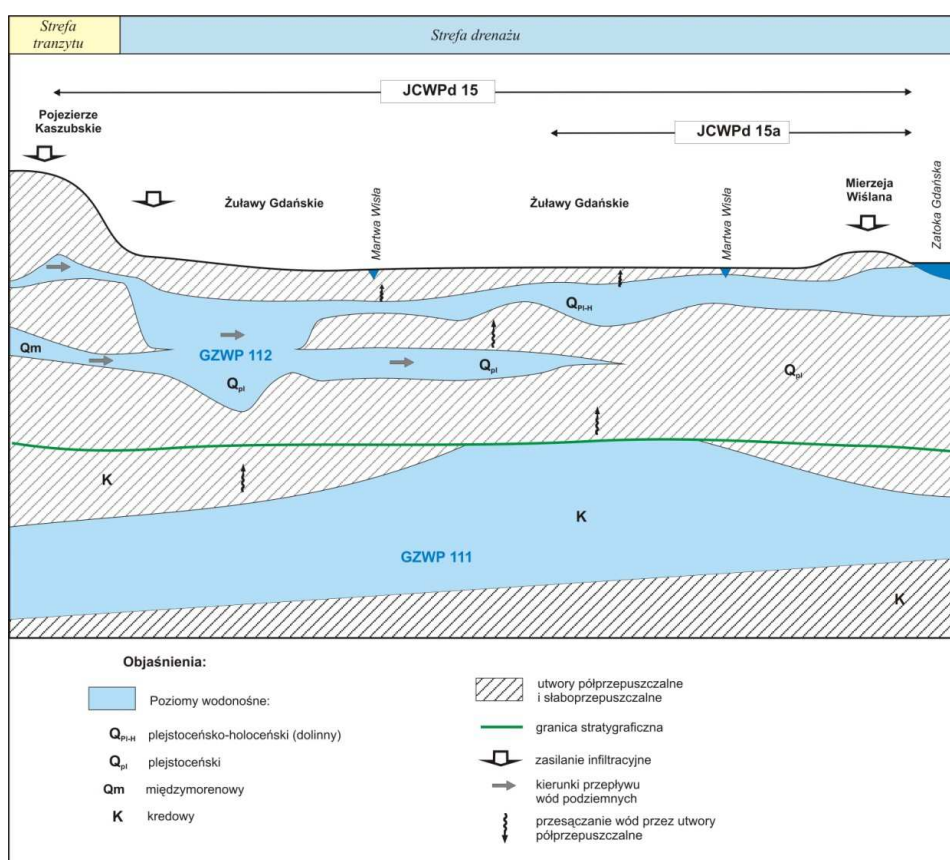
Poziom kredowy uznawany jest za główny poziom użytkowy przede wszystkim w północnej części jednostki. Niewielki obszar, na którym głównym poziomem użytkowym jest poziom kredowy, występuje również na południowo-wschodnim krańcu jednostki. Poziom ten tworzą wapienne osady górnej kredy. Strop tych osadów występuje na głębokości 70–90 m. Miąższość wynosi na ogół od 70 do 120 m. Zasilanie poziomu następuje w drodze infiltracji opadów na wysoczyźnie Pojezierza Kaszubskiego, a naturalna baza drenażu znajduje się prawdopodobnie kilkanaście kilometrów od brzegu Bałtyku. Poziom ten odznacza się dobrą izolacją, co oznacza, że stopień zagrożenia tych wód jest bardzo niski.

Poziom czwartorzędowo-paleogeńsko-neogeński jest głównym poziomem użytkowym na bardzo niewielkim obszarze zlokalizowanym na południu JCWPd nr 15. Warstwę wodonośną stanowią utwory fluwioglacjalne zlodowacenia południowopolskiego oraz kontaktujące się z nimi drobno- i średnioziarniste piaski miocenu, oligocenu i eocenu. Łączna miąższość tych osadów na ogół mieści się w przedziale 10–20 m. Strop warstwy wodonośnej występuje na głębokości 65–106 m. Zwierciadło wody o charakterze naporowym stabilizuje się na rzędnych od 1 do 6 m n.p.m. Odpływ wód następuje w kierunku północno-wschodnim. Poziom ten jest całkowicie izolowany kilkudziesięciometrowym kompleksem glin zwałowych, mułków i ilów co sprawia, że cechuje go bardzo niski stopień zagrożenia.

Poziom paleogeńsko-neogeński występuje lokalnie w północno-zachodniej części jednostki (okolice Gdańska). Poziom ten, podobnie jak poziom kredowy, ma w tym rejonie charakter poziomu podrzędnego, a głównym użytkowym poziomem wodonośnym jest poziom czwartorzędowy (Rysunek 31).



Rysunek 30. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 15. Źródło: PSH



Rysunek 31. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 15. Źródło: PSH

Tabela 20. Charakterystyka JCWPd nr 15

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
503,29	Wisła	Q ^z , (Ng+Pg), K ^z	Q – (Ng+Pg), Cr	Q	61	ŚŁABY	ŚŁABY	ŚŁABY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY DW

W ramach monitoringu operacyjnego 2015 r. na obszarze JCWPd nr 15 opróbowano cztery punkty monitoringowe o numerach 778, 2311, 1891 i 2312 (Tabela 21). Wszystkie punkty zafiltrowane są w poziomie czwartorzędowym (pierwszy kompleks wodonośny).

Wyniki pomiarów właściwości fizyczno-chemicznych przeprowadzonych w 2015 r. tylko w punkcie 778 nie wykazały przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego. W punkcie 1891 odnotowano wysokie stężenia jonów NH_4 , Mn, Fe, które prawdopodobnie mają charakter geogeniczny. Punkt ten zlokalizowany jest w deltowej części Żuław Gdańskich. W obszarze tym występują wody o niskiej jakości, wzbogacone w substancje humusowe, mające podwyższone stężenia związków azotu, fosforu, siarczanów, żelaza i manganu. Charakteryzują się one jednak bardzo ograniczonym znaczeniem użytkowym.

W pozostałych punktach odnotowano przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych w przypadku HPO_4 (punkt nr 2312) i wskaźników organicznych takich jak: indeno[1, 2, 3cd]piren, piren, fluoranten, benzo(a)piren, chryzen, suma WWA (punkt nr 2311). Punkty te ujmują poziomy wodonośny o zwierciadle swobodnym. Z analizy profili wynika, że nie są one izolowane żadnymi utworami nieprzepuszczalnymi. Świadczy to o negatywnym wpływie aglomeracji gdańskiej na wody podziemne. Punkty te zlokalizowane są na kierunku spływu wód podziemnych do Martwej Wisły.

W związku z tym, że stwierdzone przekroczenia mają charakter antropogeniczny, a oszacowany zasięg ich występowania wynosi 49,02% powierzchni jednostki, stan chemiczny JCWPd wg danych z 2015 r. określono jako słaby dostatecznej wiarygodności. Na obszarze JCWPd nr 15 zlokalizowane są duże ujęcia komunalne wód podziemnych miasta Gdańska: „Letniki”, „Kamienna Grodza” oraz ujęcia Tczewa i Pruszcza Gdańskiego. Ujęcia te powodują obniżenie zwierciadła wód podziemnych, a także zmianę kierunków przepływu poziomu plejstocenijskiego. W centralnej strefie rozpatrywanego obszaru zdeprecjonowanego wody gruntowe serii deltowej są obniżone na skutek pracy systemów drenażowych rowów melioracyjnych. Obniżenie zwierciadła wód gruntowych w serii deltowej osadów Wisły powoduje lokalny rozkład torfów i namulów, utlenienie związków żelaza i manganu i ich migrację do użytkowego poziomu wodonośnego. Stąd wody podziemne poziomu użytkowego zawierają podwyższone stężenia związków żelaza, manganu i azotu, a także ciemną barwę wywołaną substancjami humusowymi. W części północnej JCWPd, graniczącej z terenem Gdańska, występuje proces ingresji wód słonawych z kanałów portowych i Martwej Wisły (Nowicki Z., i in., 2013).

Jednostka ta powinna być nadal objęta monitoringiem operacyjnym.

Tabela 21. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 15

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
2312	0,9	b.d.	Q	1	IV	HPO_4		SŁABY	SŁABY DW
2311	2,4	b.d.	Q	1	V	indeno[1, 2, 3cd]piren, piren, fluoranten	benzo(a)piren, chryzen, suma WWA		
1891	14,0	19,5–30,3	Q	1	IV	NH_4	Fe, Mn		
778	15,0	18,0–36,0	Q	1	II				

Jednolita część wód podziemnych nr 16

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 16 obejmuje obszar Żuław Wielkich, stanowiący centralną część delty Wisły pomiędzy ujściowym odcinkiem Wisły a Nogatem. Powierzchnia jednostki wynosi 890,23 km². Budowa geologiczna jest jednorodna, a warunki hydrogeologiczne nie są skomplikowane. System wodonośny jest rozbudowany w profilu pionowym (Rysunek 32, Rysunek 33, Tabela 22).

Na obszarze JCWPd 16 można wydzielić 3 poziomy wodonośne: plejstoceno-holoceno; różnowiekowy kompleks wodonośny obejmujący poziomy oligoceno-mioceno, dolno-plejstoceno oraz wody szczelinowe występujące w stropie kompleksu węglanowo-krzemionkowego kredy górnej a także kredowy.

Poziomy plejstoceno-holoceno oraz kompleks „różnowiekowy” na przeważającej części obszaru jednostki pełnią rolę głównych użytkowych poziomów wodonośnych.

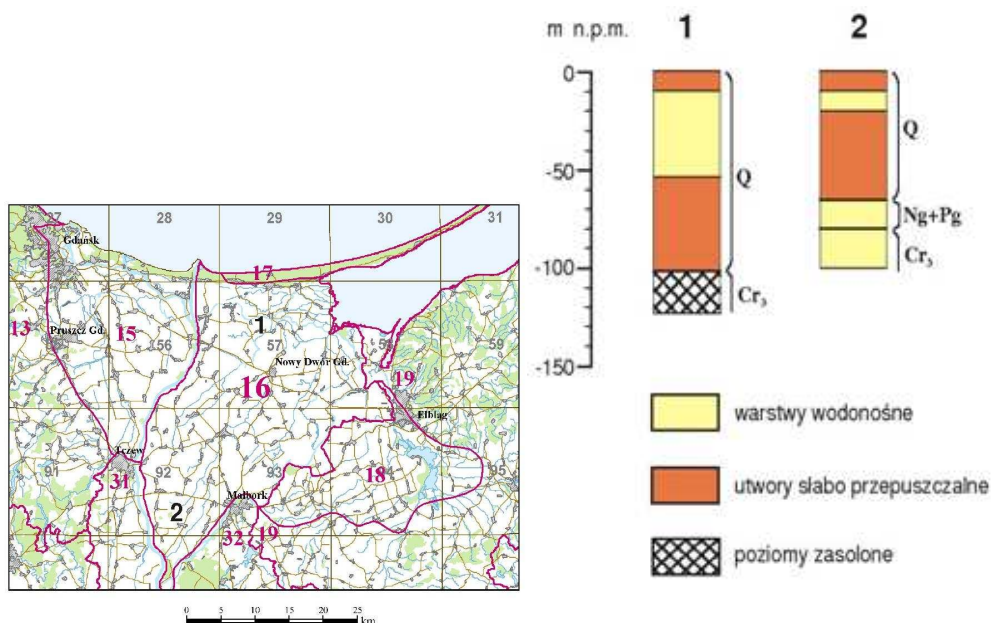
Najpowszechniej występującym użytkowym poziomem wodonośnym w obrębie jednostki JCWPd nr 16 jest poziom plejstoceno-holoceno. Wody podziemne występują najczęściej w piaszczysto-żwirowych osadach plejstocenu. Centralna część Żuław Wielkich jest obszarem, na którym poziom ten jest najlepiej wykształcony. Strop warstwy wodonośnej występuje z reguły na rzędnej 10–20 m p. p. m. i tylko lokalnie, w części południowej podnosi się do powierzchni terenu. Średnia miąższość warstwy wodonośnej wynosi 20–40 m. Zwierciadło o charakterze napiętym stabilizuje się płytko pod powierzchnią terenu na rzędnych 5–6 m n. p. m. Warstwę napinającą stanowią występujące powszechnie na obszarze Żuław Wielkich namuły serii deltowej.

Obszary, na których rozpoznano plejstoceno-holoceno poziom wodonośny charakteryzują się niskim stopniem zagrożenia. Jedynie bardzo niewielki obszar w północnej części jednostki cechuje stopień zagrożenia wysoki i bardzo wysoki. Pomimo dobrego wykształcenia i warunków hydraulicznych poziom jest słabo wykorzystywany z uwagi na słabą jakość wód.

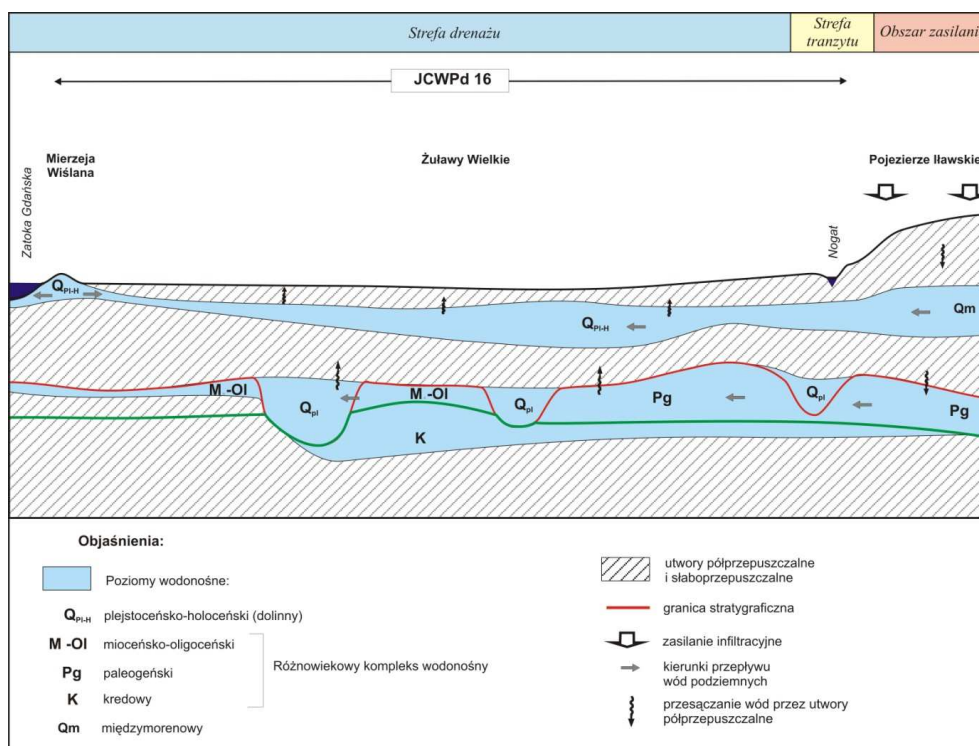
Różnowiekowy kompleks wodonośny obejmuje poziomy: oligoceno-mioceno, dolno-plejstoceno i kredowy. Na obszarze Żuław Wielkich kompleks ten odznacza się słabymi własnościami hydrogeologicznymi. Wody podziemne występują najczęściej w utworach paleogenu-neogenu i miejscami w spągowych partiach plejstocenu. Zalegają na głębokości 70–90 m. Miąższość warstwy wodonośnej na ogół nie przekracza kilkunastu metrów. Naporowe zwierciadło wody stabilizuje się na rzędnych od 2 do 6 m n.p.m. Obszary występowania kompleksu różnowiekowego znajdujące się w południowej części omawianej jednostki charakteryzują się bardzo niskim stopniem zagrożenia użytkowego poziomu wodonośnego.

Wody poziomu kredowego występują w serii węglanowej, w południowo-zachodniej części jednostki, na głębokości 100–180 m, pod ciśnieniem subartezyjskim i artezyjskim. Maksymalna miąższość strefy szczelin wynosi 62 m. Poziom kredowy zasilany jest przede wszystkim poprzez przesączanie wód z płytszych poziomów wodonośnych na obszarach Pojezierza Starogardzkiego i Iławskiego. Zwierciadło wody stabilizuje na rzędnych od – 4 do 20 m n. p. m., nachylone jest w kierunku Wisły i Żuław, które stanowią bazę drenażu tego poziomu wodonośnego. Kredowy poziom wodonośny izolowany jest od powierzchni terenu kompleksem słabo przepuszczalnych utworów czwartorzędowych, a jego stopień zagrożenia oceniany jest jako bardzo niski. Na części obszaru Żuław omawiany poziom stanowi jedyne źródło zaopatrzenia w wodę.

Wymienione poziomy wodonośne tworzą wspólny system wodonośny, w ramach którego wydziela się przepływ lokalny, pośredni i regionalny. Przepływ lokalny zachodzi w obrębie poziomu plejstoceno-holoceno. Zasilany jest przez infiltrację bezpośrednią, dopływem lateralnym i przesączaniem wód z głębszych poziomów wodonośnych. Drenowany jest przez Wisłę, Nogat i sieć rowów melioracyjnych na Żuławach. Przepływ pośredni odbywa się w spągowych warstwach wodonośnych czwartorzędu i w poziomie paleogenu-neogenu. Zasilanie zachodzi pośrednio przez płytsze poziomy wodonośne. Drenaż następuje na Żuławach. Przepływ regionalny występuje w wodach piętra kredowego. Obszary zasilania znajdują się na Pojezierzu Starogardzkim i Iławskim, drenaż ma miejsce na Żuławach.



Rysunek 32. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 16. Źródło: PSH



Rysunek 33. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 16. Źródło: PSH

Tabela 22. Charakterystyka JCWPd nr 16

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
890,23	Wisła	Q ^z – (Ng+Pg) – K ^z	Q – Ng+Pg	K	46	DOBRY	SŁABY	SŁABY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY DW

W granicach JCWPd nr 16, w 2015 r., opróbowano 8 punktów pomiarowych. Poza punktem o numerze 2512, który reprezentuje wody poziomu kredowego (kompleks nr 3), wszystkie pozostałe punkty reprezentują pierwszy, płytszy kompleks plejstoceno-holocenoński, w których głębokość do stropu warstwy wodonośnej wynosi od 2,5 do 20 m (Tabela 23).

Po uśrednieniu wartości stężeń w punktach ujmujących pierwszy kompleks, stwierdzono, że tylko stężenia Fe i NH_4 przekraczają wartość progową dobrego stanu chemicznego wód podziemnych. 75% wartości progowej dobrego stanu przekroczyło stężenie HCO_3 . Przegląd kart otworów badawczych potwierdził występowanie namulów, mułków i torfów w profilach punktów 769, 2505, 2509, co może mieć związek z podwyższonymi wartościami stężeń NH_4 i TOC. Występujące lokalnie, lekko kwaśne warunki hydrochemiczne spowodowane nagromadzeniem substancji organicznych w osadach czwartorzędowych przekładają się na podwyższone wartości stężeń Fe.

Przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych o charakterze antropogenicznym – wartość stężeń K w zakresie V klasy jakości – zaobserwowano w punkcie pomiarowym nr 2508. Punkt ten to abisyńka, zlokalizowana przy gospodarstwie rolnym, wśród pól uprawnych, wykorzystywana do celów gospodarczych. Wody pitne na obszarze, w którym zlokalizowany jest punkt 2508, dostarczane są przez Centralny Wodociąg Żuławski. Wody głównego poziomu wodonośnego są częściowo izolowane od wpływów zanieczyszczeń z powierzchni terenu poprzez warstwę namulów, system melioracyjny oraz wysokie ciśnienia hydrostatyczne dolnych poziomów wodonośnych, uniemożliwiające pionowe przenikanie zanieczyszczeń z powierzchni terenu w dół (Prussak, 1998). Stwierdzone w tym punkcie zanieczyszczenie występuje punktowo i nie ma wpływu na wody w całym pierwszym kompleksie wodonośnym. Szacowana powierzchnia zasięgu występowania przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego, liczona jako stosunek powierzchni Polderu Chłodniewo (Linawa – zlewnia VI rzędu) do powierzchni JCWPd, wynosi 25,07% całej powierzchni JCWPd. Ze względu na nieciągłość pierwszego kompleksu i to, że nie jest on poziomem użytkowym, jego stan chemiczny określono jako dobry.

Punkt nr 2512 ujmuje wody piętra kredowego, które lokalnie mogą być zasolone w wyniku ascenzji wód zmineralizowanych z głębszego podłoża mezozoicznego. Nie mniej jednak jest to poziom o użytkowym znaczeniu. W 2015 r. nie odnotowano tam przekroczenia wartości granicznej II klasy jakości.

W związku z powyższym, stan chemiczny jednostki uznano za dobry dostatecznej wiarygodności. O dostatecznej wiarygodności oceny zdecydowała liczba punktów pomiarowych.

Obszar JCWPd nr 16 należy do strefy wód stagnujących o bardzo niskiej odnawialności zasobów (Nowicki i in., 2013). Najbardziej narażone na zanieczyszczenia są płytkie wody poziomu plejstoceno-holocenońskiego w południowej części jednostki pozbawione wystarczającej izolacji od powierzchni terenu. Na pozostałym obszarze wody poziomu plejstoceno-holocenońskiego są chronione kompleksem torfów, ilów i namulów, który stwarza skuteczną barierę dla potencjalnych zanieczyszczeń. Wody głębszych poziomów wodonośnych są całkowicie izolowane od wpływów z powierzchni terenu. Drugim czynnikiem decydującym o stopniu zagrożenia wód podziemnych są rzeczywiste i potencjalne ogniska zanieczyszczeń. W omawianym regionie zagrożenia o charakterze antropogenicznym występują lokalnie i związane są z gospodarstwami rolnymi oraz przetwórstwem spożywczym. Zagrożenie stwarza również możliwość ingresji wód morskich w strefie brzegowej Bałtyku i wpływ ascenzji słonych wód z głębokiego podłoża. W związku z powyższym JCWPd nr 16 powinna nadal być objęta monitoringiem operacyjnym.

Tabela 23. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 16

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
2508	5,7	b.d.	Q	1	V		K	DOBRY	DOBRY DW
1457	2,5	10,94–12,94	Q	1	IV	Fe	TOC		
1424	6,0	17,0–19,0	Q	1	IV	NH ₄	Fe, Mn		
2505	14,0	16,5–20,5	Q	1	IV		NH ₄ , Fe, Mn		
712	16,3	21,1–26,0	Q	1	III				
769	16,6	19,0–22,0	Q	1	IV	NH ₄	Mn		
2509	20,0	20,0–30,0	Q	1	II			DOBRY	
2512	88	93,3–108	K	3	II				

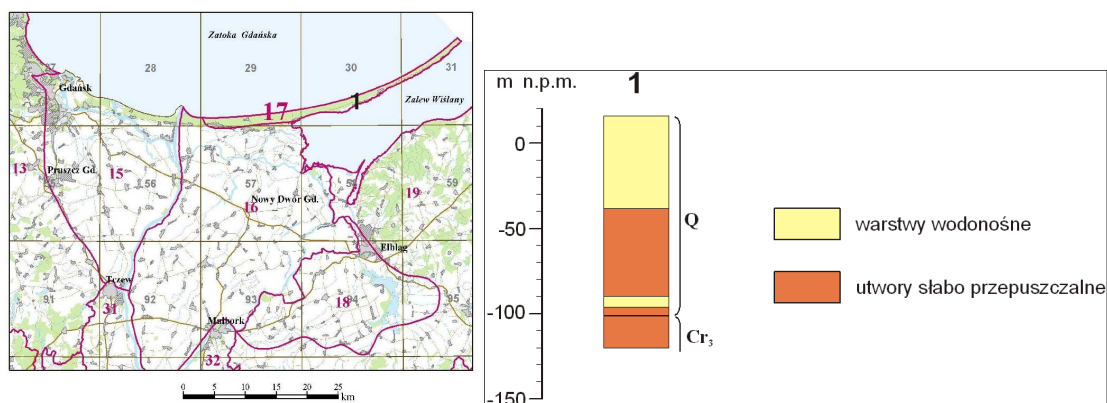
Jednolita część wód podziemnych nr 17

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 17 obejmuje obszar Mierzei Wiślanej. Powierzchnia jednostki wynosi 56,8 km². Występują tutaj dwa poziomy wodonośne występujące w piaszczystych osadach plejstocenu i holocenu (Rysunek 34, Tabela 24).

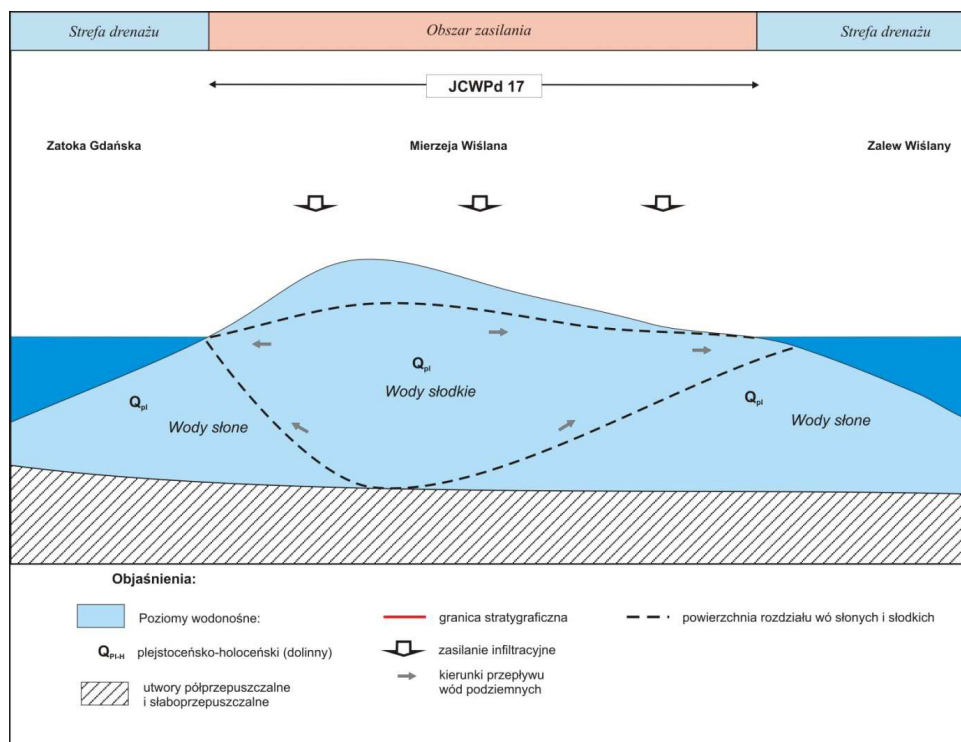
Znaczenie użytkowe ma poziom związany z piaskami drobno- i średnioziarnistymi, lokalnie rozdzielonymi przez piaski pylaste, mułkowate, namuły, mułki, torfy i ily. Warstwa wodonośna występuje na głębokości od 0,5 do 24 m, a jej łączna miąższość wynosi od 20 do ponad 40 m. Zwierciadło wody jest swobodne, lokalnie napięte i stabilizuje się na rzędnej 0,0–3,0 m n.p.m.

Zasilanie poziomu wodonośnego odbywa się wyłącznie przez infiltrację opadów atmosferycznych. Położenie zwierciadła wody jest zależne od wielkości opadów i stanów morza. Bazę drenażu dla wód stanowią Zatoka Gdańska i Zalew Wiślany. Położenie Mierzei Wiślanej pomiędzy zasolonymi akwenami wód Zatoki Gdańskiej i Zalewu Wiślanego sprawia, że wody podziemne mierzei występują w postaci soczewy wód słodkich (Rysunek 35). Soczewa powstała w wyniku długotrwałej infiltracji wód opadowych. Taki wzajemny układ wód słodkich i otaczających je wód zasolonych jest bardzo wrażliwy na prowadzoną eksploatację wód słodkich. W przypadku, gdy wielkość poboru słodkich wód podziemnych przekroczy wielkość ich zasilania nastąpi zachwianie stanu równowagi między wodami słodkimi i zasolonymi, w wyniku czego może nastąpić dopływ wód zasolonych do ujmowanej warstwy wodonośnej.

Brak naturalnej izolacji warstwy wodonośnej w postaci ciągłej warstwy utworów słabo przepuszczalnych sprawia, że obszar JCWPd nr 17 charakteryzuje się wysokim i bardzo wysokim stopniem zagrożenia.



Rysunek 34. Profil geologiczny i jego lokalizacja w JCWPd nr 17. Źródło: PSH



Rysunek 35. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 17. Źródło: PSH

Tabela 24. Charakterystyka JCWPd nr 17

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
56,8	Wiśła	Q ₍₂₎	Q	K	77	SLABY	DOBRY	SLABY NW	DOBRY	SLABY	DOBRY	DOBRY DW

W ramach monitoringu operacyjnego w 2015 r., na obszarze JCWPd nr 17 opróbowano cztery punkty pomiarowe, o numerach 1713, 2176, 1459 i 1752. Wszystkie punkty ujmują wody czwartorzędowego piętra wodonośnego (pierwszy kompleks wodonośny), z głębokością do stropu warstwy wodonośnej od 4,9 do 18 m (Tabela 25). Wynik analizy fizyczno-chemicznej próbek wód pobranych w punktach nr 1713 i 2176 wykazały przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych tylko w przypadku jonu amonowego. Klasy jakości w tych punktach zostały ekspercko zmienione z V na IV – punkt 2176 (geogeniczne pochodzenie wskaźnika, tylko NH₄ wskazuje na V klasę, brak wskaźników w IV klasie) i z IV na III – punkt 1713 (geogeniczne pochodzenie, tylko NH₄ w IV klasie jakości, głębokość otworu 43 m, brak izolacji). W punkcie 1459 wartości stężeń cynku mieszczą się w zakresie IV klasy jakości. Punkt ten ujmuje wody o zwierciadle swobodnym, a w profilu nie stwierdzono występowania utworów nieprzepuszczalnych. Podwyższone stężenia cynku mogą mieć charakter antropogeniczny punktowy, niewpływający na stan wód podziemnych w całej jednostce.

Analiza wszystkich profili geologicznych wykazała, że ujmowany poziom praktycznie nie posiada żadnej izolacji i jest bardzo podatny na zanieczyszczenie. Potwierdzają to także informacje zawarte w poszerzonej charakterystyce JCWPd nr 17. Podano tam także, że na stan chemiczny wód podziemnych pierwszego poziomu wodonośnego mogą mieć wpływ lokalne składowiska odpadów, zanieczyszczenia z dróg oraz z terenów zurbanizowanych w Krynicy Morskiej, Kątach Rybackich, Sztutowie i Stegnie. Istotnym problemem jednostki jest niedostateczna sanitacja obszarów wiejskich i rekreacyjnych.

Wyniki badań z czterech punktów pozwalają stwierdzić, że za stan chemiczny w tej jednostce odpowiadają jednak procesy geogeniczne. Dlatego też stan JCWPd nr 17 określa się jako dobry dostatecznej wiarygodności.

Jednostka ta ze względu na stwierdzone zagrożenie pogorszeniem się stanu chemicznego wód podziemnych nadal powinna być objęta monitoringiem operacyjnym. Nie występują tu obszary szczególnie narażone na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzenia rolniczego, jednak istotnym problemem jednostki jest niedostateczna sanitacja obszarów wiejskich i rekreacyjnych.

Tabela 25. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 17

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
1713	6,54	b.d.	Q	1	III	NH ₄		DOBRY	DOBRY DW
1459	4,9	12,0–14,0	Q	1	IV	Zn			
1752	9,35	16,1–18,1	Q	1	II				
2176	18,0	19,5–24,5	Q	1	IV		NH ₄		

Jednolita część wód podziemnych nr 25

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 25 obejmuje obszar regionu Dolnej Odry, o powierzchni 1412,07 km². Jest to obszar występowania wód podziemnych w utworach wodonośnych czwartorzędu i neogenu (Rysunek 36, Tabela 26). Niżej leżące piętro kredy jest słabo rozpoznane.

W obrębie piętra czwartorzędowego wyróżniono następujące poziomy wodonośne: gruntowy, międzyglinowy i podglinowy, o charakterystycznym wielowarstwowym układzie poziomów wodonośnych, poprzedzielanych warstwami utworów słabo przepuszczalnych. Układ hydrostrukturalny jest złożony ze względu na zaburzenia glaciektoniczne oraz brak ciągłości i zróżnicowanie w rozprzestrzenieniu poszczególnych warstw (Rysunek 37).

Poziom gruntowy charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem miąższości i litologii. Występuje powszechnie i jest związany genetycznie z osadami rzecznyymi, rzeczno-rozlewiskowymi, sandrami, ozami i kemami. Poziom wodonośny zasilany jest na drodze bezpośredniej infiltracji wód opadowych, natomiast drenaż odbywa się poprzez cieki powierzchniowe i jeziora. Zwierciadło ma charakter swobodny.

Poziom międzyglinowy jest głównym użytkowym poziomem wodonośnym w zdecydowanej części obszaru omawianej JCWPd i dzieli się on na poziomy: górny, środkowy oraz dolny. Poziom międzyglinowy górny związany jest z osadami rzecznyymi i lodowcowymi występującymi między glinami zlodowaceń północnopolskich i środkowopolskich. Budują go głównie piaski i żwiry. Jest to poziom słabo izolowany lub odkryty, często łączy się z wyżej leżącym poziomem gruntowym. Strop poziomu oscyluje wokół rzędnej od 0 do ok. 72 m n.p.m. Zwierciadło wody ma charakter swobodny lub napięty i stabilizuje się na rzędnych od 15 do 76 m n.p.m. Miąższość utworów jest zróżnicowana i waha się od kilku do kilkudziesięciu metrów. Poziom międzyglinowy środkowy występuje w osadach wodnolodowcowych związanych ze zlodowaceniami środkowopolskimi oraz osadami rzecznyymi interglacjału mazowieckiego. Zbudowany jest z piasków o różnym uziarnieniu z domieszką żwiru. Poziom ten jest wykształcony w postaci jednej lub lokalnie dwóch warstw rozdzielonych warstwą glin, o miąższości od kilku do 30 m. Zwierciadło wody ma charakter naporowy i stabilizuje się na rzędnej ok. 42 m n.p.m. Najslabiej rozpoznany jest poziom międzyglinowy dolny. Występuje on przeważnie w obniżeniach stropu utworów neogenu-paleogenu i ma ograniczony zasięg. Często pozostaje w kontakcie hydraulicznym z poziomem mioceńskim, niekiedy z międzyglinowym środkowym.

Bazą drenażu poziomu międzyglinowego jest rzeka Płonia, jezioro Miedwie oraz Zalew Szczeciński. Zasilanie odbywa się pośrednio na drodze przesączania przez utwory wyżej leżące lub bezpośrednio w strefach okien hydrogeologicznych.

Poziom podglinowy związany jest z osadami zlodowaceń południowopolskich. Warstwa wodonośna zbudowana jest z piasków drobnoziarnistych i pylastych. Omawiany poziom został najlepiej rozpoznany w centralnej części JCWPd. Jego strop zalega na rzędnej od –23,4 do –28,0 m n.p.m. Zwierciadło wody ma charakter napięty i stabilizuje się na rzędnych od 14,6 do 16,3 m n.p.m. Różnica między nawierconym zwierciadłem wody

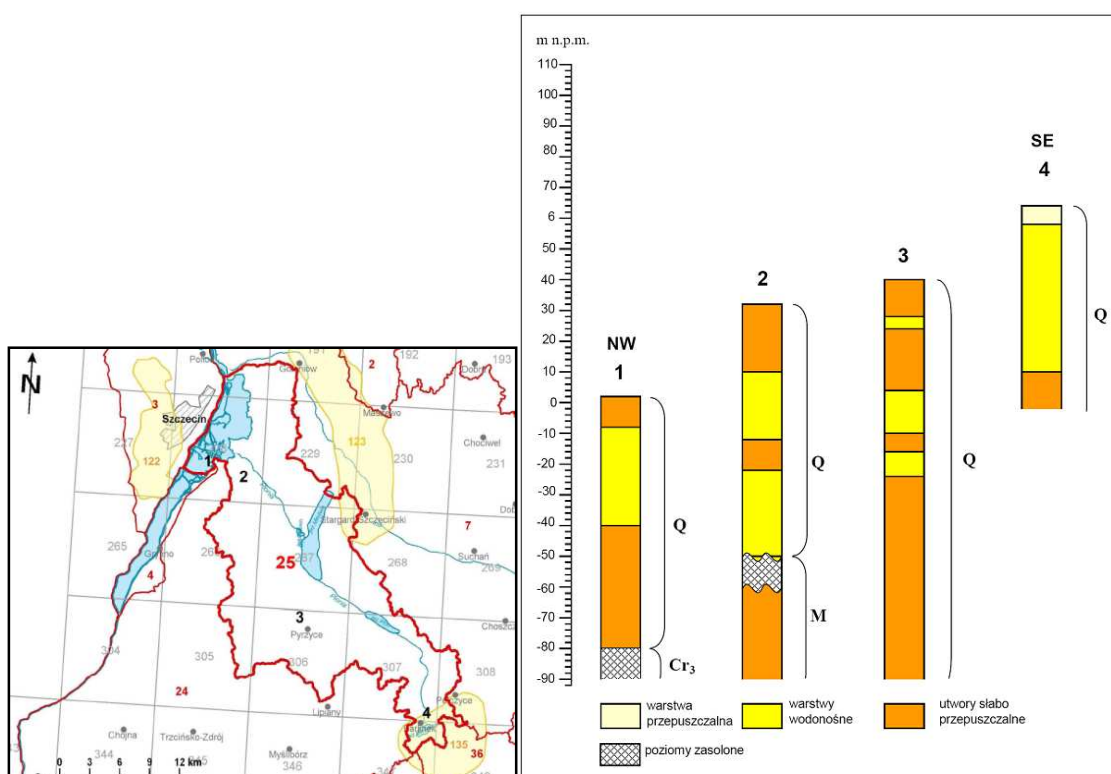
a ustabilizowanym wynosi średnio 40 m. Miąższości osadów wodonośnych jest zróżnicowana i mieści się w granicy od 5 do 25 m. Poziom podglinowy jest w kontakcie hydraulicznym z wodonośnymi osadami trzeciorzędowymi. Poziom nie ma znaczenia użytkowego. Zasilanie odbywa się poprzez przesączanie z utworów wyżej leżących bądź w strefach okien hydrogeologicznych.

Piętro neogeńskie ma znaczenie użytkowe jedynie w centralnej i południowej części omawianej JCWPd, gdzie brak jest użytkowych poziomów w piętrze czwartorzędowym. W obrębie tego piętra został wydzielony mioceniński poziom wodonośny zbudowany głównie z piasków drobnoziarnistych i pylastych z domieszką węgla brunatnego. Poziom wodonośny występuje na głębokości od 24 m do 88 m. Zwierciadło wody stabilizuje się na rzędnej od 14 do 88 m n.p.m. Zasilanie piętra neogeńskiego następuje głównie w wyniku przesączania z utworów czwartorzędowych lub poprzez okna hydrogeologiczne. Lokalnie piętro neogenu powiązane jest hydrostrukturalnie i hydrodynamicznie z poziomami piętra czwartorzędowego.

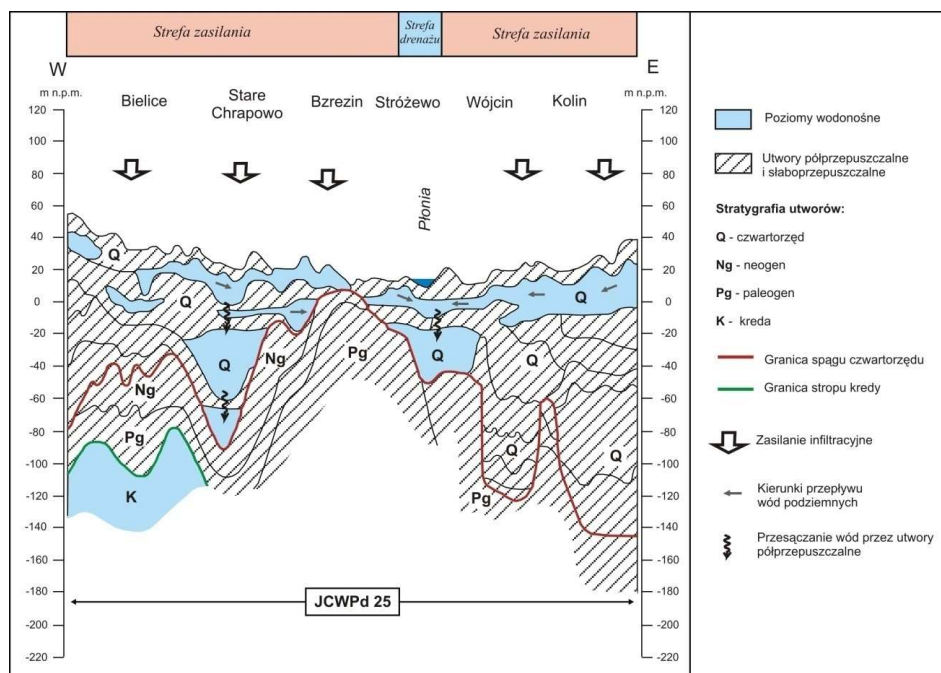
Kredowe piętro wodonośne reprezentowane jest przez poziomy wodonośne występujące w utworach kredy górnej i dolnej. Są to wody porowe bądź porowo-szczelinowe, charakteryzujące się wysoką mineralizacją.

Poziom wodonośny kredy górnej rozpoznany został w północno-zachodniej części JCWPd. Zbudowany jest z kampańskich piasków drobnoziarnistych z wkładkami margli. Strop utworów wodonośnych występuje na głębokości od 79 do 99 m.

Poziom wodonośny kredy dolnej został dobrze rozpoznany w Pyrzycach. Jest to obszar, na którym występują termalne wody mineralne o zasobach, składzie chemicznym i temperaturze uzasadniającej możliwość ich użytkowania do celów leczniczych, rekreacyjnych, oraz jako źródło energii cieplnej. Poziom z wodami mineralnymi tworzą piaski i piaskowce kredy dolnej, występujące na głębokości ponad 1000 m i zawierające solanki o temperaturze 35–85 °C. Są to wody typu Cl-Na.



Rysunek 36. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 25. Źródło: PSH



Rysunek 37. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 25. Źródło: PSH

Tabela 26. Charakterystyka JCWPd nr 25

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
1412,07	Odra	Q ₍₁₋₃₎ , (M), (M ₂), (K ₂)	Q	Q	100	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY DW

W ramach monitoringu operacyjnego 2015, na terenie JCWPd 25, opróbowano 16 punktów pomiarowych, wszystkie ujmujące wody z czwartorzędowych poziomów wodonośnych. Punkty z głębokością do stropu warstwy wodonośnej od 2 do 9,8 m ujmują wody pierwszego kompleksu wodonośnego, a punkty z od 6 do 20,77 m ujmują wody drugiego kompleksu wodonośnego (Tabela 27). W obszarze jednostki zidentyfikowana została presja rolnicza – OSN nr 18: zlewnia rzeki Płonia.

W punkcie 2156, ujmującym wody pierwszego kompleksu wodonośnego, odnotowano przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych. Klasa jakości została określona na IV, ze względu na wartości stężeń NO₃ równe 54,2 mgNO₃/l. Ujmowany poziom wodonośny jest słabo izolowany od powierzchni terenu (głina pylasta na głębokości od 2,0 do 2,7 m) i jest to zanieczyszczenie pochodzenia antropogenicznego. Szacowny zasięg zanieczyszczenia dla tego punktu stanowi 4,45% całej JCWPd nr 25. Wartości stężeń HCO₃ i Ca, w punkcie 2156 przekraczają 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego. W punktach 2217 i 2522 odnotowano przekroczenie 75% wartości progowej dobrego stanu wód – odpowiednio K, HCO₃ i SO₄, Ca. W pozostałych punktach nie odnotowano przekroczeń dobrego stanu chemicznego wód podziemnych.

Wśród punktów ujmujących wody drugiego kompleksu wodonośnego, tylko w punkcie nr 2523, leżącym wewnątrz OSN nr 18, stwierdzono wartości stężeń K i HCO₃ powyżej wartości progowej dobrego stanu chemicznego, a stężenia SO₄ i Ca przekraczają 75% wartości progowej. Punkt ten od powierzchni terenu jest izolowany prawie 13 metrową warstwą gliny piaszczystej. Odnotowane stężenie wymienionych wskaźników utrzymują się na podobnym poziomie od kilku lat. Zasięg zanieczyszczenia dla tego punktu stanowi 14,12% całej JCWPd nr 25.

Oszacowany zasięg zanieczyszczenia w całej JCWPd nr 25 wynosi 18,57%. Stan chemiczny jednostki określono jako dobry dostatecznej wiarygodności. Stwierdzone zanieczyszczenie występuje punktowo i nie ma znaczącego wpływu na jakość wód. Ze względu na zidentyfikowaną w tym rejonie presję rolniczą jednostka ta musi być objęta monitoringiem operacyjnym w kolejnych seriach pomiarowych.

Tabela 27. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 25

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonosnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonosnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonosny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonosnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
2218	2,0	18,3–29,4	Q	1	II			DOBRY	DOBRY DW
2527	3,5	18,6–28,7	Q	1	II				
2156	5,9	4,0–8,0	Q	1	IV	NO ₃			
2526	6,0	23,2–30,0	Q	1	III				
949	7,0	26,6–46,0	Q	1	II				
2529	7,2	37,0–43,0	Q	1	II				
1799	7,7	18,5–20,5	Q	1	II				
2217	8,9	40,5–49,0	Q	1	III				
2522	9,8	14,8–20,0	Q	1	III				
1541	6,0	6,0–18,0	Q	2	III			DOBRY	
2225	12,0	13,0–19,0	Q	2	III				
2523	13,0	34,0–40,0	Q	2	V	HCO ₃	K		
2216	14,5	24,2–36,4	Q	2	II				
2521	18,0	25,0–36,0	Q	2	II				
2524	20,0	20,0–28,0	Q	2	III				
1547	20,77	32,5–35,9	Q	2	III				

Jednolita część wód podziemnych nr 26

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 26 to jednostka o powierzchni 515,42 km², zlokalizowana w zachodniej części regionu Warty. Według regionalizacji zwykłych wód podziemnych położona jest w granicach regionu V pomorskiego. Na jej obszarze wody podziemne rozpoznano w osadach czwartorzędowych i miocenijskich (Rysunek 38, Tabela 28). Głównym użytkowym piętrzem wodonosnym jest piętro czwartorzędowe.

W obrębie piętra czwartorzędowego występuje od jednego do trzech poziomów wodonosnych, są to: gruntowy poziom wodonosny, międzyglinowy poziom wodonosny.

Do poziomu gruntowego zalicza się pierwsze od powierzchni warstwy wodonosne:

- warstwę występującą w obrębie piasków, żwirów i piasków pylastych sandru Równiny Gorzowskiej (poziom sandrowy). Miąższość osadów sandrowych dochodzi do 25 m. Warstwa ta w północno-wschodniej części omawianej jednostki stanowi główny użytkowy poziom wodonosny. Miejscami, w centralnej części jednostki, ze względu na brak ciągłej warstwy rozdzielającej, warstwa ta tworzy wspólny użytkowy poziom wodonosny z poziomem międzyglinowym. Stopień zagrożenia tego poziomu, z uwagi na brak poziomu izolującego oraz brak ognisk zanieczyszczeń, określany jest jako średni;
- warstwę występującą w obrębie piasków rzecznych tarasów akumulacyjnych Warty i Noteci oraz piasków i żwirów interglacjału eemskiego zlodowacenia środkowopolskiego stanowiącą poziom wód gruntowych w pradolinie toruńsko-eberswaldzkiej. Poziom ten rozpoznano w południowej części jednostki, gdzie pełni rolę poziomu użytkowego. Występuje on bardzo płytko pod powierzchnią terenu – poniżej głębokości 5 m. Średnia miąższość tego poziomu w obrębie opisywanej jednostki wynosi ponad 20 m. Zwierciadło wód tego poziomu ma przeważnie charakter swobodny. Niewielkie napięcie hydrostatyczne może pojawiać się lokalnie w strefach występowania utworów zastoiskowych;
- warstwę wodonosną występującą w wypełnionych utworami okrucowymi rynnach subglacialnych (poziom dolinny), oraz
- warstwy związane z piaskami i żwirami kemów i ozów.

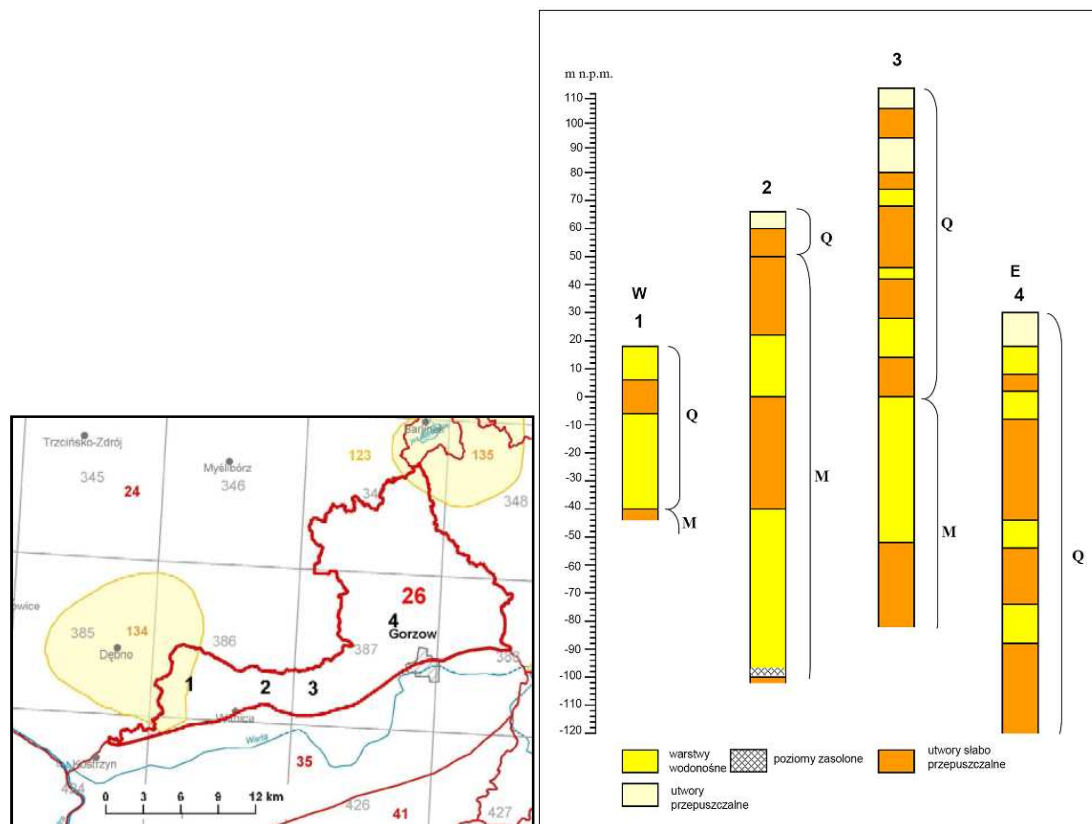
Międzyglinowy poziom wodonośny występuje powszechnie na obszarze omawianej JCWPd stanowiąc często główny użytkowy poziom wodonośny. Poziom ten występuje w postaci szeregu warstw, soczew i klastycznych wypełnień kanałów subglacialnych lub dolin rzecznych pozostających w kontakcie hydraulicznym poprzez liczne okna hydrogeologiczne w obrębie utworów słabo przepuszczalnych. Jest to poziom o napiętym zwierciadle wody. Głębokość na jakiej zalega na ogół zawiera się w przedziale od 15 do 50 m. Stopień zagrożenia poziomem użytkowym na przeważającym obszarze jest średni, tylko na terenach położonych na północ od Gorzowa Wielkopolskiego – wysoki.

W południowej i południowo-zachodniej części jednostki pod osadami czwartorzędu występuje mioceńskie piętro wodonośne z jednym lub dwoma poziomami wodonośnymi. Mioceńskie utwory wodonośne reprezentowane są przez piaski drobno- i średnioziarniste przewarstwione mułkami i węglem brunatnym. Miąższość tych warstw wynosi od kilku do ponad 40 m, a ich strop występuje na ogół w przedziale głębokości od kilku do ponad 50 m. Zwierciadło wody ma charakter naporowy i stabilizuje się na głębokości kilku metrów.

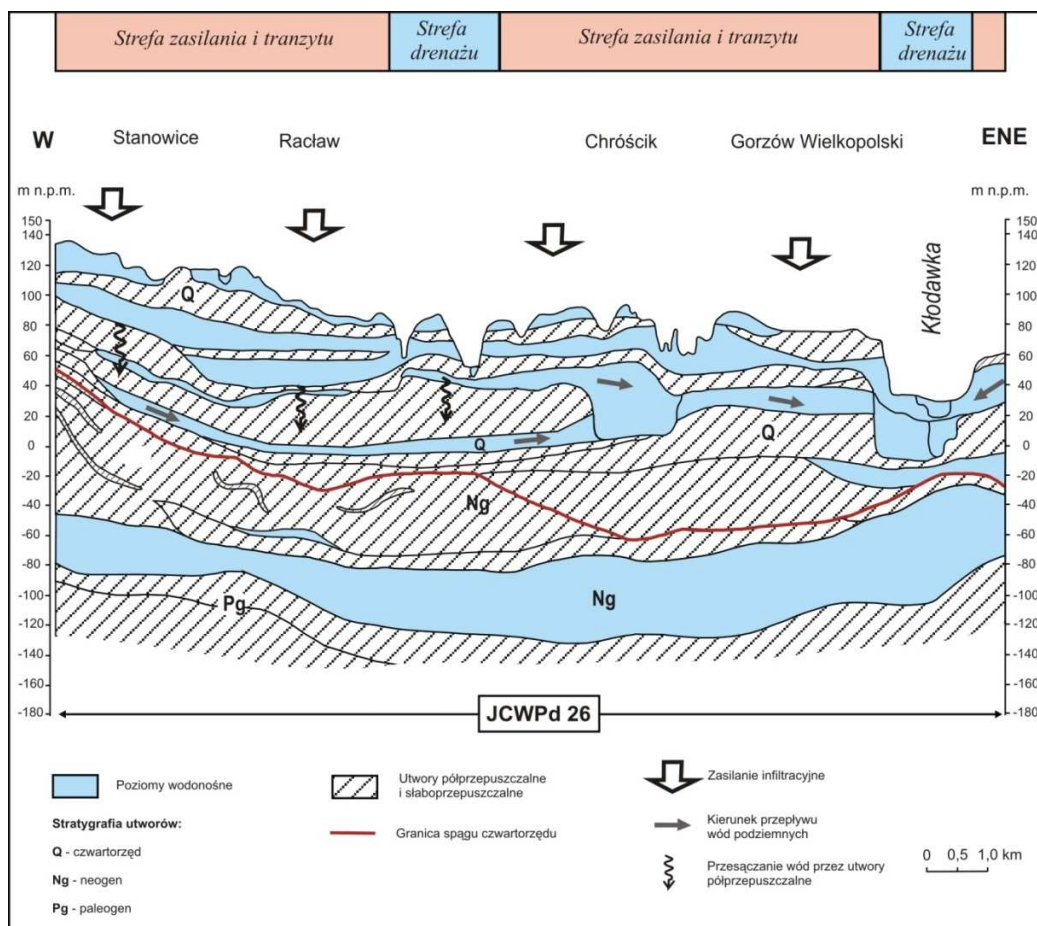
Poziomy te w obrębie obszaru JCWPd 26 pełnią rolę podrzędnych poziomów wodonośnych.

Niekiedy poziom mioceński pozostaje w kontakcie hydraulicznym z poziomem czwartorzędowym, tworząc wspólny użytkowy poziom wodonośny. Poziom ten zbudowany jest z mioceńskich piasków z domieszką mułków i węgla brunatnych oraz piasków i żwirów fluwioglacjalnych. Poziom mioceńsko-czwartorzędowy zalega na głębokości poniżej 20 m, a jego średnia miąższość wynosi około 25 m. Zwierciadło wody ma charakter swobodny lub naporowy i stabilizuje się na rzędnych od 35 do 60 m n. p. m. Przepływ wód jest zgodny z regionalnym nachyleniem i następuje w kierunku zachodnim i południowo-zachodnim (Rysunek 39). Na niewielkim obszarze JCWPd 26, w jej zachodniej części poziom ten pełni rolę głównego poziomu użytkowego. Poziom zagrożenia tego poziomu ocenia się jako niski.

W zachodniej części JCWPd znajduje się fragment głównego zbiornika wód podziemnych nr 134 (Dębno), a w części północno-wschodniej – fragment zbiornika nr 135 Barlinek.



Rysunek 38 Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 26. Źródło: PSH



Rysunek 39. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 26. Źródło: PSH

Tabela 28. Charakterystyka JCWPd nr 26

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
515,42	Warta	Q ⁽¹⁻³⁾ , (Q-M), (M ¹⁻²), (M ²)	Q	Q	97	DOBRY	SŁABY	SŁABY NW	DOBRY	SŁABY	SŁABY	SŁABY NW

W granicach JCWPd nr 26, w ramach monitoringu operacyjnego w 2015 r. opróbowano trzy punkty pomiarowe. Wszystkie punkty ujmują wody poziomu czwartorzędowego. Punkty nr 539 i 1475 ujmują wody pierwszego kompleksu wodonośnego, a punkt nr 1476 wody drugiego kompleksu wodonośnego. Głębokość do stropu warstwy wodonośnej wynosi od 8,2 do 33,0 m (Tabela 29).

Tylko w próbce pobranej w punkcie nr 539 odnotowano przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych (pierwszy kompleks wodonośny). Wskaźnikami, których wartości stężeń mieszczą się w zakresie V klasy jakości są SO₄ i Ca a w zakresie IV klasy jakości Fe. Stężenia jonów NH₄, Mn i HCO₃ przekraczają 75% wartości progowej dobrego stanu wód. Podwyższone stężenia dużej grupy wskaźników fizyczno-chemicznych w zakresie IV i V klasy jakości wskazują na słaby stan wód podziemnych w okolicy tego punktu pomiarowego. Analiza wartości stężeń tych wskaźników w poprzednich lat wykazywała ich sukcesywny wzrost. Ujmowana przez ten punkt warstwa wodonośna jest praktycznie nieizolowana od powierzchni terenu, zatem pochodzenie SO₄ i Ca jest z dużym prawdopodobieństwem antropogeniczne. Punkt ten jest jednym z otworów należących do ujęcia zaopatrującego w wodę Gorzów Wielkopolski. W poszerzonej charakterystyce tej jednostki podano, że poziomy wodonośny znajdują się w zasięgu wpływu aglomeracji miejsko-przemysłowej Gorzowa Wielkopolskiego i z tego względu są narażone na zanieczyszczenia z powierzchni terenu. W głównej mierze potencjalnym zagrożeniem dla jakości wód są przede wszystkim zakłady przemysłowe (ścieki

przemysłowe, ryzyko skażenia olejami i smarami), ponadto działalność rolnicza oraz, w mniejszym stopniu, stacje i magazyny paliw, oczyszczalnie ścieków, miejsca zrzutów ścieków, składowiska odpadów.

Szacowny zasięg zanieczyszczenia stanowi 64,46% całej powierzchni JCWPd nr 26. Zagrożeniem dla dobrego stanu chemicznego wód jest oddziaływanie ognisk zanieczyszczeń, szczególnie w przypadku braku izolacji czwartorzędowego poziomu wodonośnego. Dlatego stan chemiczny tej jednostki określono jako słaby. Ocena stanu chemicznego całej jednostki JCWPd nr 26 na podstawie trzech punktów jest niskiej wiarygodności (zbyt mała liczba punktów pomiarowych). Na dzień dzisiejszy nie ma możliwości opróbowania większej liczby punktów w badanej JCWPd. Niemniej jednak jednostka ta powinna być nadal objęta monitoringiem operacyjnym.

Tabela 29. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 26

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
1475	8,2	18–25,5	Q	1	II			SŁABY	SŁABY NW
539	24,8	38–51	Q	1	V	Fe	SO ₄ , Ca		
1476	33	39–60	Q	2	III			DOBRY	

Jednolita część wód podziemnych nr 36

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 36 znajduje się w dorzeczu Warty i zajmuje teren o powierzchni 5 037 km². Obejmuje głównie obszar wysoczyzn polodowcowych i rozcinającej ją równoleżnikowo pradolina toruńsko–eberswaldzkiej wykorzystywanej obecnie przez Noteć. Zwykle wody podziemne występują tu powszechnie w obrębie czwartorzędowego i neogeńskiego piętra wodonośnego (Rysunek 40, Tabela 30). Obydwa piętra mają znaczenie użytkowe, przy czym najczęściej eksploatowane są wody z utworów czwartorzędowych.

W centralnej i północno-wschodniej części rozważanego terenu nawiercono warstwy wodonośne w utworach mezozoicznych, ale na razie, podobnie jak wody poziomu paleogeńskiego (oligocenu), nie posiadają one dostatecznego udokumentowania ani rozpoznania hydrogeologicznego i nie są eksploatowane.

W czwartorzędom piętrze wodonośnym użytkowymi poziomami są: poziom wód gruntowych w pradolinie oraz poziom międzyglinowy lub podglinowy na obszarach wysoczyznowych.

Poziom wód gruntowych związany jest z pradolina toruńsko–eberswaldzką. Budują go utwory piaszczyste i żwirowe, złożone w kilku cyklach sedymentacyjnych plejstocenu i holocenu. Miąższość osadów zawodnionych poziomów wodonośnych wynosi na ogół 10–50 m. Zwierciadło wody ma charakter swobodny.

Międyglinowy poziom wodonośny związany jest głównie z występowaniem osadów rzecznych wodnolodowcowych plejstocenu. Osady wodonośne zbudowane są z piasków (często średnio- i gruboziarnistych) i w niewielkim stopniu ze żwirów. Ich miąższość wynosi zazwyczaj 10–40 m. Zwierciadło wody posiada charakter napięty i występuje na głębokości na ogół do kilkunastu metrów, natomiast w bliskości krawędzi pradliny często przechodzi w swobodne. Poziom ten występuje powszechnie na obszarach wysoczyznowych omawianej JCWPd i wykształcony jest w postaci jednej lub rzadziej dwóch warstw wodonośnych.

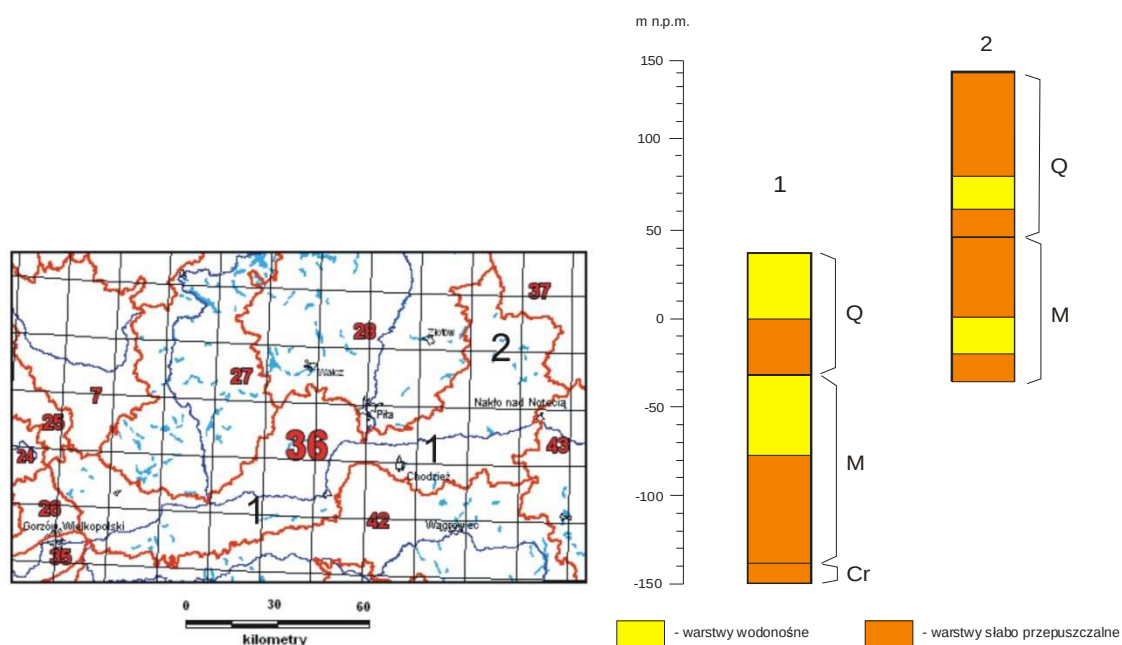
Podglinowy poziom wodonośny wykształcony jest w piaszczystych osadach. Jego występowanie jest lokalne. Zwierciadło wody ma charakter napięty. Miąższość warstwy wodonośnej nie przekracza na ogół 20 m.

Neogeński poziom wodonośny budują mioceńskie piaski o różnej granulacji, najczęściej pylaste i drobnoziarniste. Występujące w nim wody mogą posiadać brunatną barwę pochodzącą od wkładek węgla brunatnego. Poziom ten występuje na przeważającej części obszaru. Występuje on na dużych głębokościach: 30–150 m. Przy na ogół dużej miąższości, powyżej 40 m, poziom ten charakteryzuje zróżnicowana wartość współczynnika filtracji. Zwierciadło wody posiada charakter subartezyjski.

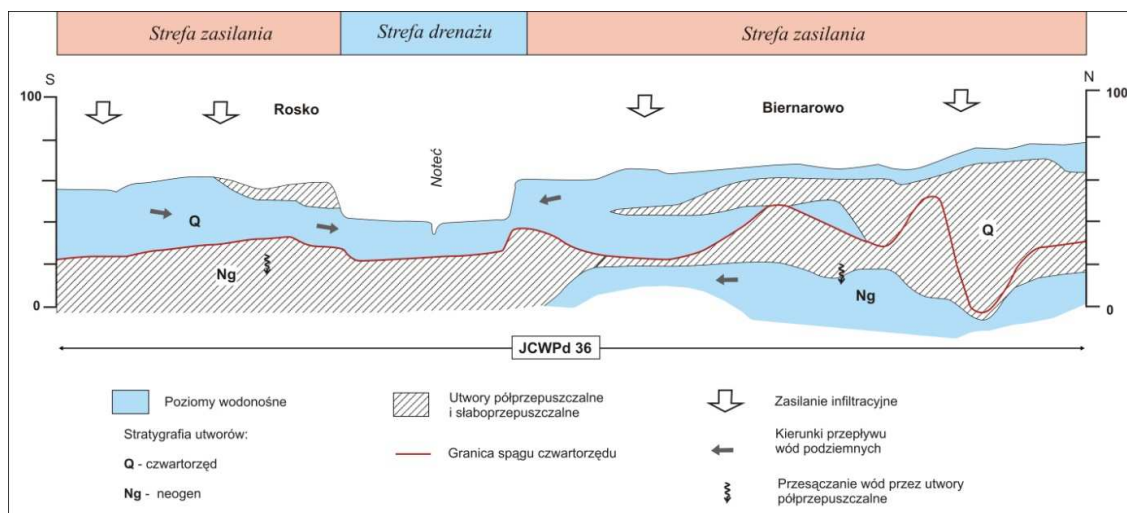
Dolina Noteci jest główną bazą drenażu zarówno dla wód piętra czwartorzędowego jak i starszych, jednocześnie stanowi strefę uprzywilejowanej więzi hydraulicznej między nimi. Ponadto poziomy czwartorzędowe lokalnie drenowane są przez rzeki powierzchniowe i jeziora. Zasilanie poziomów czwartorzędowych zachodzi na drodze bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych na wysoczyznach. Głębsze poziomy wodonośne zasilane są przez przesiąkanie z warstw nadległych i okna hydrauliczne. Przy czym obszar alimentacyjny poziomu mioceńskiego ma charakter bardziej regionalny i wychodzi swym zasięgiem poza teren przedmiotowej JCWPd (Rysunek 41, Rysunek 42).

Podatność na zagrożenia w postaci zanieczyszczeń z powierzchni terenu poszczególnych występujących tu poziomów maleje wraz z głębokością ich występowania i wzrostem miąższości nadkładu utworów słabo przepuszczalnych. Poziom mioceński charakteryzuje się na ogół wysoką izolacją – powyżej 50 m utworów słabo przepuszczalnych w nadkładzie i w związku z tym niski stopień zagrożenia. Poziomy czwartorzędowe charakteryzują się wysokim (szczególnie poziom wód gruntowych) bądź średnim stopniem zagrożenia.

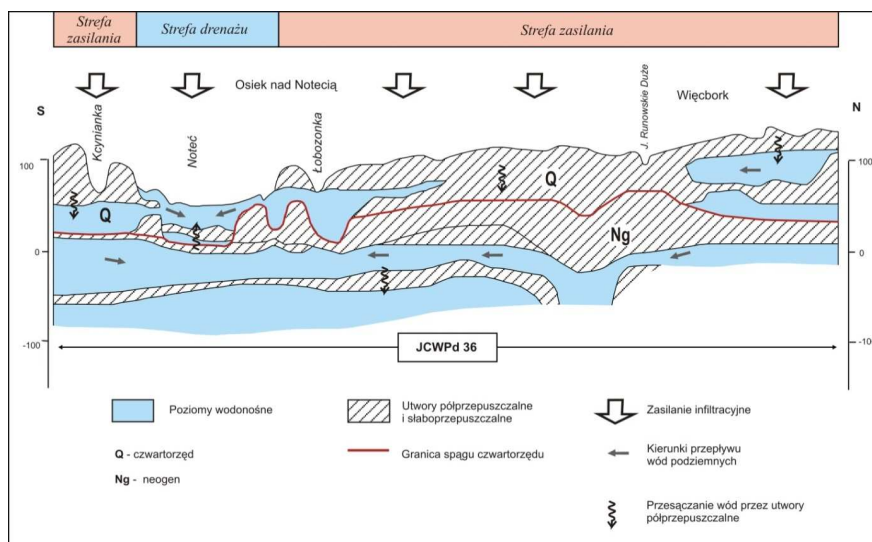
Na terenie JCWPd nr 36 wyróżniono następujące główne zbiorniki wód podziemnych: GZWP nr 127, GZWP nr 133, GZWP nr 135, GZWP nr 138, GZWP nr 139. Poza zbiornikiem nr 127, który jest związany z mioceńskim poziomem wodonośnym, pozostałe wymienione zbiorniki są w utworach czwartorzędowych. Wszystkie wymienione zbiorniki swym zasięgiem wychodzą poza granice omawianej JCWPd.



Rysunek 40. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 36. Źródło: PSH



Rysunek 41. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 36 (część zachodnia). Źródło: PSH



Rysunek 42. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 36 (część wschodnia). Źródło: PSH

Tabela 30. Charakterystyka JCWPd nr 36

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]						
5 037	Warta	Q, M	Q	Q	81	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	ŚLABY	DOBRY

W 2015 roku w granicach JCWPd nr 36 opróbowano 21 punktów pomiarowych. Pierwszy kompleks wodonośny reprezentowany jest przez 11 punktów o głębokości do stropu warstwy wodonośnej od 0,5 do 13 m p.p.t. Kolejnych 9 punktów z głębokością do stropu warstwy wodonośnej od 23 do 137 m p.p.t. reprezentuje drugi kompleks wodonośny. Ostatni punkt nr 226, reprezentuje kompleks trzeci, a strop warstwy wodonośnej występuje na głębokości 176 m p.p.t (Tabela 31).

Wartości stężeń w trzech punktach ujmujących wody pierwszego kompleksu wodonośnego przekraczają wartość progową dobrego stanu chemicznego wód podziemnych. Podwyższone stężenia Fe, TOC i Mn w punkcie 1257 mogą wynikać z obecności w profilu torfów (głębokość od 0,2 do 0,8 m p.p.t.), zatem pochodzenie tych wskaźników jest geogeniczne. W punkcie nr 1276 stwierdzono przekroczenie wartości progowej w przypadku pH, NO₃, NH₄, TOC i K. Z analizy profilu geologicznego wynika, że w nadkładzie ujmowanego poziomu wodonośnego znajduje się warstwa torfów o miąższości 1,4 m. Jest to jednak zbyt mała ochrona przed zanieczyszczeniami, które mogą pochodzić z powierzchni terenu. Odnotowane stężenie K, w zakresie V klasy jakości wystąpiło tylko w tym jednym punkcie, można zatem uznać, że zanieczyszczenie to ma charakter punktowy. Punkt ten zlokalizowany jest na obszarze typowo rolniczym. Oszacowany zasięg zanieczyszczenia w wodach pierwszego kompleksu wodonośnego wynosi 20,36%. Są to jednak przekroczenia o charakterze punktowym, dlatego stan chemiczny pierwszego kompleksu można uznać za dobry.

Analiza profilu geologicznego punktu 2192, ujmującego drugi kompleks, wykazała, że ujmowana warstwa wodonośna nie ma żadnej izolacji od powierzchni terenu. A więc stwierdzone przekroczenia wartości progowej dobrego stanu NO₃ i K oraz przekroczenie 75% TV w przypadku PO₄, są pochodzenia antropogenicznego. W punkcie nr 1565 stwierdzono przekroczenie 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego w przypadku K i NO₃. Ujmowany poziom wodonośny w tym punkcie, chroniony jest tylko metrową warstwą gliny piaszczystej (głębokość od 0,2 do 1,2 m). W 2014 r. stwierdzono tam przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego w przypadku azotanów. W punktach ujmujących wody drugiego kompleksu wodonośnego w trzech punktach o numerach 385, 485 i 782 odnotowano przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego w przypadku Fe, TOC i NH₄. W związku z tym, że jest to prawdopodobnie zanieczyszczenie pochodzenia geogenicznego, stan kompleksu uznaje się za dobry. Oszacowany zasięg przekroczeń TV w wodach drugiego kompleksu wodonośnego wynosi 6,75%.

W punkcie ujmujący poziom górnokredowy nie odnotowano przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego. Wszystkie wartości stężeń mieszczą się w zakresie II klasy jakości.

W związku z powyższym stan JCWPd nr 36 uznano jako dobry dostatecznej wiarygodności. Jednak ze względu na istotny problem z niedostateczną sanitacją obszarów wiejskich i rekreacyjnych, a także nadmierną eksploatacją wód podziemnych, jednostka ta powinna być objęta monitoringiem operacyjnym.

Tabela 31. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 36

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd	
						IV klasy jakości	V klasy jakości			
2023	0,5	6,0–11,0	Q	1	II			DOBRY	DOBRY DW	
1257	1,6	7,0–9,0	Q	1	IV	Fe	Mn, TOC			
1276	2,2	4,0–6,0	Q	1	V	NH ₄ , NO ₃ , pH, TOC	K			
229	2,5	5,2–6,2	Q	1	II					
1590	2,5	3,0–5,0	Q	1	II					
2024	2,8	9,0–18,5	Q	1	II					
1565	4,0	5,0–7,0	Q	1	III					
1277	5,5	10,0–12,0	Q	1	II					
2192	6,5	9,5–11,5	Q	1	V		K, NO ₃			
1492	10,2	10,4–13,0	Q	1	III					
488	13,0	24,5–29,5	Q	1	II			DOBRY		
540	23,0	25,0–29,0	Q	2	II					
1555	27,0	37,0–43,0	Q	2	II					
1214	29,5	43,0–63,0	Q	2	II					
485	31,28	46,0–51,0	NgM+Q	2	III	NH ₄ , Fe				
228	43,0	49,0–57,0	Q	2	II					
385	44,0	44,0–53,0	Q	2	III	Fe, TOC				
782	103,0	140,3–161,0	PgOI+NgM	2	IV		Fe			
378	136,5	145,0–153,0	Pg+Ng	2	II					
227	137,0	139,0–159,0	NgM	2	II					
226	176,0	185,0–215,0	K2	3	II			DOBRY		

Jednolita część wód podziemnych nr 38

Charakterystyka hydrogeologiczna: Na obszarze JCWPd 38 rozpoznanie warunków hydrogeologicznych sięga utworów oligocenu. Powierzchnia jednostki wynosi 395,3 km². Występowanie wód podziemnych związane jest tu z utworami holocenu i plejstocenu występującymi na powierzchni terenu, plejstoceniowymi utworami międzymorenowymi, oraz wodonośnymi osadami neogenu i paleogenu (Rysunek 43, Tabela 32).

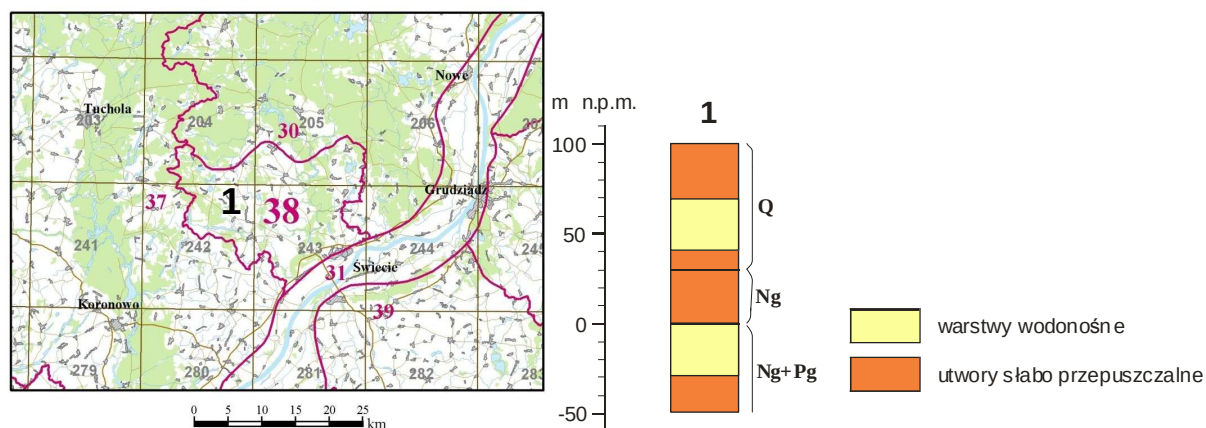
W nawiązaniu do głównych jednostek morfogenetycznych, jakimi są na omawianym obszarze Wysoczyzna Świecka, dolina Wdy oraz obszary tarasów nadzalewowych Wisły w Basenie Świeckim, wyróżniono dwa poziomy wodonośne wysoczyznowe: wód gruntowych (Qg) i międzymorenowy (Qm). Rozpoznano tu także wody w utworach miocenu (M) i oligocenu (OI), których rozprzestrzenienie wykracza poza granice jednostki.

Na obszarze JCWPd 38 najpowszechniej wykorzystany jest poziom międzymorenowy związany z piaskami interstadialnymi zlodowacenia północnopolskiego, a lokalnie także z serią piaszczysto-żwirową interglacjału eemskiego. Rozprzestrzenienie zawodnionych osadów interstadialnych tworzy urozmaiconą mozaikę, w której warstwy wodonośne pozostają ze sobą w bezpośrednim kontakcie bądź rozdziela je poziom

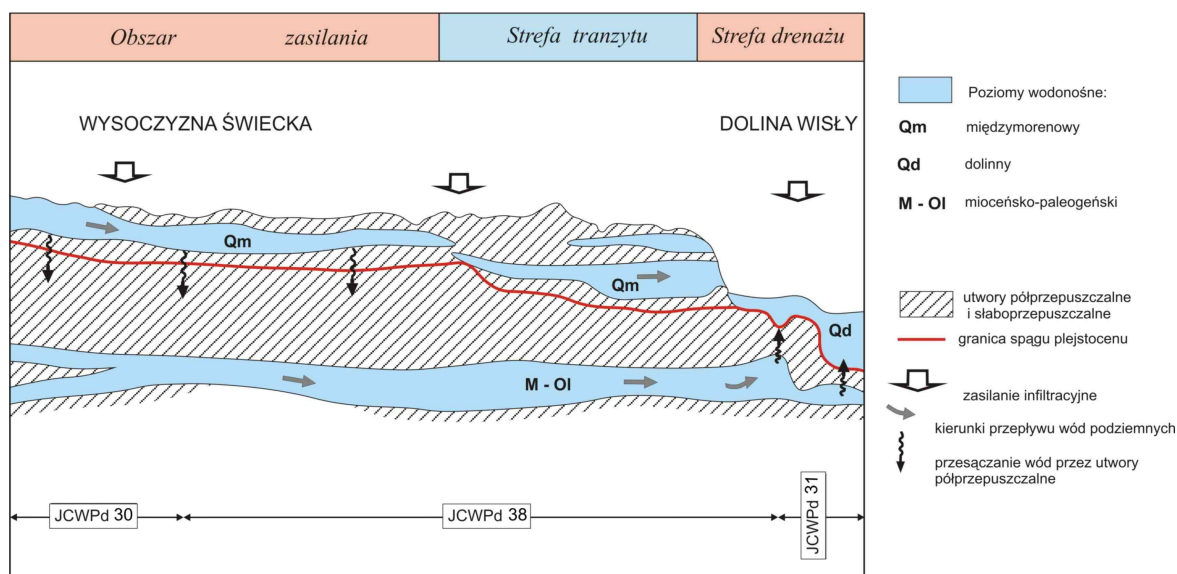
słabo przepuszczalnych osadów glacialnych. Układ hydroizohips wskazuje jednak, że pozostają one ze sobą w więzi hydraulicznej, tworząc wspólny poziom wodonośny.

Z uwagi na zróżnicowanie hydrostrukturalne i hydrodynamiczne oraz stopień wykorzystania poszczególnych poziomów wodonośnych, obszar JCWPd 38 można podzielić na trzy rejony (Rysunek 44):

- Obszar Wysoczyzny Świeckiej, rozciętej asymetrycznie przez dolinę Wdy na płaty wysoczyznowe zachodni i wschodni, gdzie w profilach pionowych można prześledzić trzy poziomy wodonośne: wód gruntowych, międzymorenowy oraz poziom mioceno-oligocenoński, rozdzielone osadami słabo przepuszczalnymi. Rolę GUPW spełnia tu przede wszystkim poziom międzymorenowy, ale w zachodniej części jednostki, w strefie działu wód pomiędzy zlewnią Wdy i Brdy jego zasobność jest zbyt mała, dlatego stanowi w tym rejonie jedynie podrzędne źródło zaopatrzenia w wodę. Odstępstwem od nakreślonego schematu warunków występowania wód podziemnych na obszarze wysoczyzny jest strefa zaburzeń glacictonicznych rozpoznana przy krawędzi doliny Wisły.
- Rejon sandru i doliny Wdy, gdzie wody płytkiego krążenia Q_g i Q_m nie występują bądź pozbawione są cech użytkowości z uwagi na silny drenaż wywołany przez głęboko wciętą dolinę Wdy. Rolę głównego użytkowego poziomu wodonośnego (GUPW) spełnia tu poziom mioceno-oligocenoński.
- Obszar tarasów nadzalewowych doliny Wisły w Basenie Świeckim (rejon miejscowości Przechowo–Wlk. Konopat), gdzie piaski aluwialne zalegające bezpośrednio na piaskach stadiu dolnego zlodowacenia północnopolskiego, tworzą wspólny poziom wodonośny. Z uwagi na złą jakość wody nie jest on jednak użytkowany. Na MhP 1:50 000 znaczna część tego obszaru została oznaczona jako pozbawiona GUPW.



Rysunek 43. Profil geologiczny i jego lokalizacja w JCWPd nr 38



Rysunek 44. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 38. Źródło: PSH

Tabela 32. Charakterystyka JCWPd nr 38

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
395,3	Wisła	Q, Ng + Pg	Q	Q	81	DOBRY	DOBRY	DOBRY NW	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY NW

W ramach monitoringu operacyjnego 2015, w JCWPd nr 38 opróbowano trzy punkty pomiarowe. Wszystkie punkty ujmują wody drugiego kompleksu wodonośnego, a głębokością do stropu warstwy wodonośnej wynosi od 18 do 61,5 m (Tabela 33). We wszystkich punktach jakość wód jest dobra. Tylko w punkcie nr 1521 odnotowano wartości w zakresie IV klasy jakości w przypadku Fe, a w stężenie NH₄ przekracza 75% TV. Brak przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego pozwala określić stan JCWPd nr 38 jako dobry. Ze względu na brak większej liczby punktów pomiarowych w badanej JCWPd, wykonana ocena musi być opatrzona komentarzem o niskiej wiarygodności. Jednostka ta powinna być opróbowywana w kolejnych seriach pomiarowych ze względu na zidentyfikowaną presję rolniczą.

Tabela 33. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 38

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
693	18,0	51,5–58,5	NgM	2	II			DOBRY	DOBRY NW
1521	42,0	45,4–56,0	Q	2	III	Fe			
1522	61,5	84,7–98,7	Pg+Ng	2	II				

Jednolita część wód podziemnych nr 39

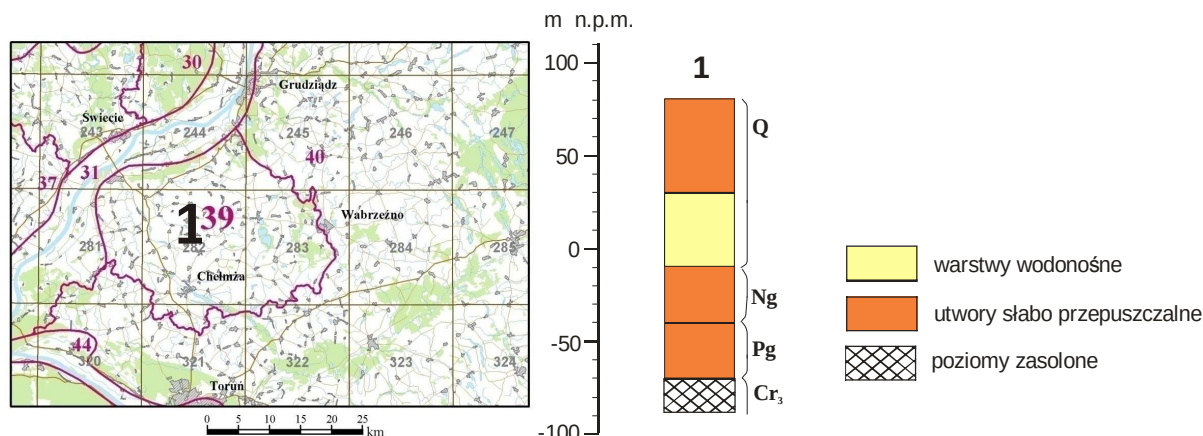
Charakterystyka hydrogeologiczna: System wodonośny JCWPd 39 obejmuje wody gruntowe, międzymorenowy poziom wodonośny i poziom mioceniński. Wody gruntowe i poziom mioceniński są słabo rozpoznane i występują tylko lokalnie (Rysunek 45, Rysunek 46, Tabela 34). Powierzchnia jednostki wynosi 795,3 km².

Międzymorenowy poziom wodonośny występuje powszechnie i stanowi główny użytkowy poziom wodonośny na tym obszarze. W wydzielonych poziomach wodonośnych można wyodrębnić jeden spójny system krążenia wód podziemnych. Obejmuje on strefy zasilania rozprzestrzeniające się na obszarze JCWPd 39 i częściowo poza granicami (Pojezierze Chełmińskie).

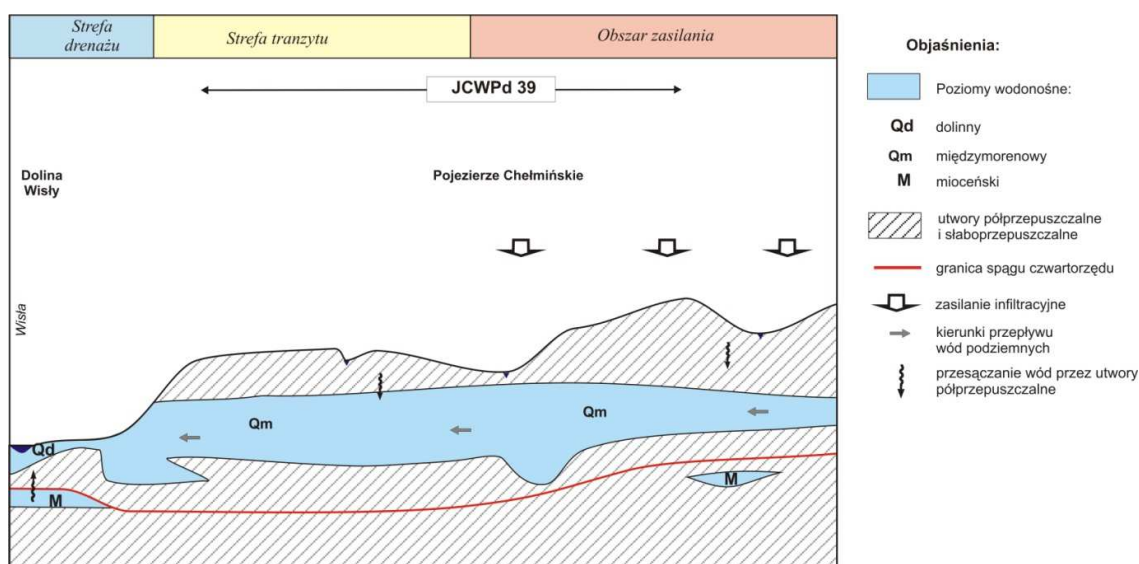
Główną bazą drenażu poziomu międzymorenowego jest dolina Wisły (również poza granicami jednostki). Z tego względu system wodonośny JCWPd 39 ma charakter tranzytowy. Na system wodonośny składają się wody piętra czwartorzędowego i lokalnie neogeńsko–paleogeńskiego. Rozpoznanie hydrogeologiczne obejmuje głównie międzymorenowy poziom wodonośny. Wody poziomu czwartorzędowego są zasilane z powierzchni terenu i przez dopływ lateralny z obszarów sąsiednich. Wody poziomu miocenińskiego są zasilane przeważnie przez przesączanie z płytszych warstw wodonośnych oraz przez dopływ lateralny z obszarów sąsiednich. Biorąc pod uwagę warunki geomorfologiczne i hydrodynamiczne oraz środowisko skalne na obszarze jednostki można w nim wyróżnić następujące poziomy wodonośne:

- Poziom wód gruntowych (QG) obejmujący płytkie wody występujące w aluwach dolin rzecznych oraz lokalnie występujące w piaskach lodowcowych i wodnolodowcowych.
- Poziom międzymorenowy (Qm); mioceniński jest najlepiej rozpoznany. Miejscami może on występować w układzie dwuwarstwowym jednak w schematyzacji warunków hydrogeologicznych przyjęto występowanie jednego poziomu międzymorenowego. Na obszarze Pojezierza Chełmińskiego występuje on powszechnie i stanowi najczęściej podstawę zaopatrzenia w wodę pitną. Na Mapie hydrogeologicznej

Polski w skali 1:50 000 jest wyróżniany jako GUPW. Wody gruntowe i poziom mioceński występują tylko lokalnie. Typowe warunki hydrogeologiczne zostały zilustrowane na schemacie krążenia wód (Rysunek 46).



Rysunek 45. Profil geologiczny i jego lokalizacja w JCWPd nr 39



Rysunek 46. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 39. Kierunek W-E. Źródło: PSH

Tabela 34. Charakterystyka JCWPd nr 39

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
795,3	Wisła	Q, K ^z	Q	Q	100	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY DW

W roku 2015 na obszarze JCWPd nr 39 opróbowano sześć punktów monitoringowych. Poza punktem nr 1490, wszystkie punkty ujmują wody drugiego kompleksu wodonośnego, a głębokość do stropu warstwy wodonośnej wynosi od 30,2 do 71,0 m. (Tabela 35). Zwierciadło wody ma charakter napięty. Należy zauważyć, że wszystkie opróbowane punkty, ujmujące drugi kompleks wodonośny, zlokalizowane są wewnątrz OSN nr 42 – OSN w zlewni rzeki Żacka Struga. W granicach JCWPd nr 39 znajduje się także znaczna część OSN nr 41 – OSN w zlewni rzeki Bacha, jednak w tej części nie ma żadnego punktu pomiarowego.

Analiza laboratoryjna wykazała, że w trzech punktach nastąpiło przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, ale tylko w przypadku Fe i NH₄. We wszystkich punktach reprezentujących drugi kompleks wodonośny wartości stężeń jonów HCO₃ przekroczyły 75% wartości progowej dobrego stanu.

Stan jednostki uznaje się jako dobry dostatecznej wiarygodności. Odnutowywane w poprzednich latach przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego w płytkim zwierciadle wody nie stanowią zagrożenia dla głębszego poziomu wodonośnego. Nie mniej jednak, w związku ze stwierdzoną presją rolniczą JCWPd powinna być objęta monitoringiem operacyjnym.

Tabela 35. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 39

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
1490	17,0	38,0–44,0	Q	1	IV		NH ₄ , Fe	DOBRY	DOBRY DW
2531	71,0	b.d.	Q	2	IV		Fe	DOBRY	
2533	30,2	40,6–50,5	Q	2	III	Fe			
2535	32,0	48,8–53,8	Q	2	III				
2534	55,0	55,7–65,0	Q	2	III				
2532	58,0	74,0–80,0	Q	2	III				

Jednolita część wód podziemnych nr 43

Charakterystyka hydrogeologiczna: Na obszarze JCWPd nr 43 wody zwykle o mineralizacji do 1 g/l występują do głębokości ok. 200 m w utworach wodonośnych czwartorzędu, neogenu i paleogenu oraz kredy. Powierzchnia jednostki wynosi 4 023,14 km² (Rysunek 47, Tabela 36). Strukturę hydrogeologiczną systemu tworzy zróżnicowany przestrzennie układ warstw poziomów piętra czwartorzędowego i neogeńsko-paleogeńskiego (cały obszar JCWPd) oraz piętra kredowego (południowa część JCWPd).

W obrębie piętra czwartorzędowego wodonośne są głównie piaski różnoziarniste i żwiry z różnowiekowych struktur dolin rzecznych, dolin kopalnych, poziomów fluwioglacjalnych, rynien lodowcowych i innych drobnych form lodowcowych. Liczba i miąższość poziomów wodonośnych oraz ich zasięg przestrzenny związane są z zasięgiem kolejnych zlodowaceń. Wydziela się poziomy wód gruntowych w sandrach, pradolinach i dolinach rzecznych oraz poziomy wód wgłębnych w utworach międzymorenowych.

Sandry charakteryzują się zmienną konfiguracją przestrzenną oraz zróżnicowaną miąższością i granulacją osadów. W strefach korzeniowych ich miąższość przekracza 10 m, rzadko 15 m, zaś osadami są zwykle piaski ze żwirem i żwiry, rzadziej piaski drobne, średnie i pylaste, dominujące w środkowych i dolnych partiach sandrów. Z uwagi na znaczną zmienność warstwy i granulacji osadów oraz zasilanie sandry sporadycznie pełnią funkcję zbiorników wód podziemnych. Przez teren JCWPd 43 przebiega dolina górnej Noteci oraz pradolina toruńsko-eberswaldzka (GZWP nr 138) wykorzystywana przez Noteć. Budują ją wodonośne piaski różnoziarniste z przewagą średnio i drobnoziarnistych, natomiast w spagowych partiach pospółki i żwiry o miąższości 10–15 m, lokalnie 60 m.

Poziomy wód wgłębnych w utworach międzymorenowych występują w piaszczysto-żwirowych osadach fluwioglacjalnych i dolin kopalnych, rozdzielających gliny morenowe poszczególnych zlodowaceń. Dzieli się je na poziomy: międzymorenowy górny, międzymorenowy dolny oraz lokalnie poziomy podglinowy.

Poziom międzymorenowy górny występuje do głębokości 30–40 m pod glinami zlodowacenia wisły. Utwory wodonośne wykształcone są w postaci piasków różnoziarnistych i żwirów fluwioglacjalnych i rzecznych, lokalnie lodowcowych.

Poziom międzymorenowy dolny występuje na głębokości 50–90 m i związany jest z osadami rzeczными interglacjalu mazowieckiego i fluwioglacjalnymi, rozdzielającymi gliny zlodowaceń środkowopolskich i południowopolskich. Główną strukturę hydrogeologiczną tego poziomu stanowi wielkopolska dolina kopalna (GZWP nr 144), biegnąca równoleżnikowo przez południową część omawianej JCWPd. Utwory wodonośne reprezentowane są przez piaski średnio i drobnoziarniste, piaski gruboziarniste, piaski ze żwirem oraz piaski pylaste. Miąższość utworów wynosi od 5 do 60 m, najczęściej mieszczą się w przedziale 15–30 m.

Poziom podglinowy występuje jedynie lokalnie pod glinami zlodowaceń południowopolskich.

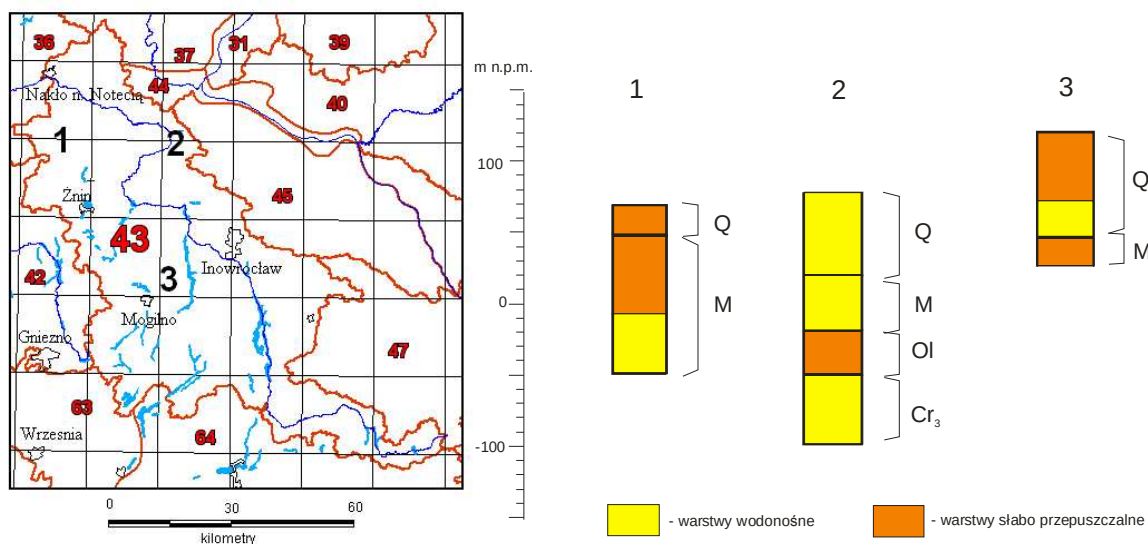
Piętro neogenu i paleogenu tworzą zespoły warstw poziomu miocenijskiego oraz lokalnie oligocenijskiego (północna część JCWPd). Poziom miocenijski występuje w obrębie piasków kompleksu utworów brunatnowęglowych. Wyróżnić można dwie warstwy wodonośne: dolną i górną. Warstwę dolną budują piaski drobne i pylaste z udziałem piasków średnio i gruboziarnistych oraz piasków ze żwirem o miąższości średnio 30–40 m. Mniejsze miąższości utworów wodonośnych stwierdzono w obszarach wyniesień podłoża mezozoicznego. Górną warstwę wodonośną tworzą piaski różnoziarniste oraz piaski ze żwirem. Miąższość warstwy wodonośnej wynosi najczęściej od 20 do 30 m. Obie warstwy rozdziela seria węglowa z mułkami. Oligocenijski poziom wodonośny tworzą piaski drobnoziarniste, lokalnie średnio- i gruboziarniste, o zmiennej miąższości, najczęściej do 20 m. Poziom ten regionalnie pozostaje w łączności hydraulicznej z poziomem miocenijskim.

Kredowe piętro wodonośne tworzy jeden poziom na południu omawianej JCWPd. Warstwę wodonośną stanowią głównie spękaną margle, wapienie i opoki. Wodonośność utworów zależy przede wszystkim od głębokości występowania, stopnia spękania skał oraz od kontaktów z nadległymi poziomami wodonośnymi, które są obszarowo bardzo zmienne.

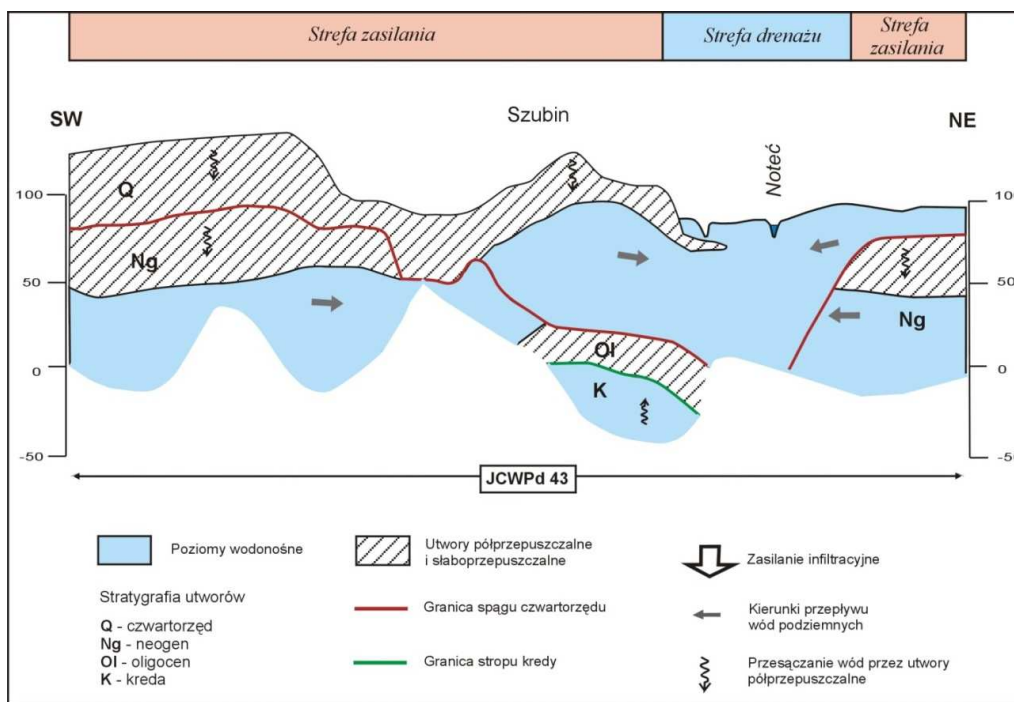
Zasilanie poziomów wód gruntowych piętra czwartorzędowego zachodzi głównie przez bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych (Rysunek 48). Poziomy wgłębne natomiast zasilane są na drodze przesączania się wód poprzez gliny morenowe z nadległych poziomów wodonośnych, bezpośredniej infiltracji opadów przez nakład glin lub przez okna hydrogeologiczne. Ich drenaż zachodzi w obrębie dużych dolin rzecznych, tj. Warty, Prosny i Odry oraz mniejszych ich dopływów, również Noteć.

Piętro neogenu-paleogenu powiązane jest często hydrostrukturalnie i hydrodynamicznie z poziomami piętra czwartorzędowego. Zasilanie zbiornika zachodzi głównie na drodze przesączania wód z nadległych poziomów czwartorzędowych, a także lokalnie poprzez okna hydrogeologiczne. Strefy drenażu znajdują się w obniżeniach pradolin i głównych dolin rzecznych. Dodatkowo poziom miocenijski jest silnie drenowany wskutek odwodnień kopalnianych niecki mogileńskiej.

Zasilanie piętra kredowego odbywa się z reguły poprzez przesączanie się wód z utworów kenozoicznych lub przepływu w obrębie okien hydrogeologicznych. Drenaż zachodzi w dolinach Noteci, częściowo Warty i Prosny. Ze strukturami zbiornika kredowego, powiązane są struktury wodonośne utworów neogenu. Razem tworzą one wspólny regionalny układ krążenia (Rysunek 48).



Rysunek 47. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 43



Rysunek 48. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 43. Źródło: PSH

Tabela 36. Charakterystyka JCWPd nr 43

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
4 023,14	Odra	(Q) – M, (K)	Q-M	Q	65	SLABY	SLABY	SLABY	SLABY	SLABY	SLABY	SLABY DW

Do oceny stanu chemicznego JCWPd nr 43 według danych z 2015 wykorzystano informacje z 22 punktów pomiarowych. Trzydzieści punktów pomiarowych o głębokości do stropu warstwy wodonośnej od 0,7 do 18,0 m reprezentuje pierwszy kompleks wodonośny, 8 głębszych o głębokości do stropu warstwy wodonośnej od 4,5 do 82,7 m reprezentuje drugi kompleks wodonośny, a tylko jeden punkt o głębokości do warstwy wodonośnej 165 m reprezentuje trzeci kompleks wodonośny (Tabela 37).

W sześciu punktach ujmujących wody pierwszego kompleksu wodonośnego stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych. Przekroczenie odnotowano w przypadku następujących wskaźników: NO₃, NO₂, Fe, pH, K, Na, Cl i TOC. Warstwy wodonośne ujmowane w tych punktach w większości przypadków nie posiadają żadnej izolacji od powierzchni terenu, zatem są one szczególnie narażone na zanieczyszczenia pochodzenia antropogenicznego, na co może wskazywać obecność jonów NO₂, NO₃ i K. W przypadku punktów reprezentujących pierwszy kompleks wodonośny oszacowany zasięg zanieczyszczenia stanowi 47,17% powierzchni JCWPd.

W punktach ujmujących wody drugiego kompleksu wodonośnego przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego odnotowano w sześciu punktach pomiarowych. Przekroczenia odnotowano w przypadku: NO₃, HCO₃, As, K, Na, Cl i Fe. W przypadku K i As pochodzenie tych wskaźników może być antropogeniczne. Obecność Cl i Na może być spowodowane zbyt wysoką eksploatacją wód podziemnych lub inną ingerencją działalności gospodarczej człowieka. Pozostałe wskaźniki mają prawdopodobnie pochodzenie geogeniczne lub mogą być efektem nadmiernej eksploatacji wód podziemnych lub/i ascencji wód zmineralizowanych. Szacowany zasięg zanieczyszczenia w drugim kompleksie wodonośnym wynosi 34,57%.

W najgłębszym punkcie nr 1291, zafiltrowanym w starszych osadach, w zakresie stężeń IV klasy jakości odnotowano stężenia baru, dlatego zostały zaklasyfikowane do IV klasy jakości. Podobnie jak w przypadku wód

drugiego kompleksu wodonośnego podwyższone wartości stężeń mogą być efektem nadmiernej eksploatacji wód podziemnych lub ascenzji wód zmineralizowanych.

W związku z tym, stwierdzone zanieczyszczenie ma charakter antropogeniczny a szacowany zasięg przekracza 50% całej jednostki, stan chemiczny JCWPd nr 43 uznano jako słaby dostatecznej wiarygodności.

Istotnym problemem jednostki jest niedostateczna sanitacja obszarów wiejskich i rekreacyjnych. Wśród presji antropogenicznych występujących w obrębie jednostki wymienia się również presję związaną z nadmierną eksploatacją wód podziemnych i odwadnianiem kopalń węgla brunatnego. Jednostka ta powinna nadal być opróbowywana w ramach monitoringu operacyjnego. Przemawia za tym także fakt wyznaczenia w jej granicach obszarów narażonych na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzenia rolniczego (OSN nr 9 w zlewni jezior Biskupińskiego i Gąsawskiego i OSN nr 10 w zlewni Kanału Smyrnia).

Tabela 37. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 43

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonosnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonosnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonosny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonosnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
2189	0,7	4,0–5,0	Q	1	III			SŁABY	SŁABY DW
1323	1,52	3,0–4,0	Q	1	IV	NO ₃ , NO ₂			
1952	1,86	4,0–5,0	Q	1	V		NO ₃		
1949	3,0	3,5–4,5	Q	1	V		NO ₃		
1951	3,0	4,0–5,0	Q	1	V		K		
1953	4,05	9,5–10,5	Q	1	III				
1948	4,36	6,5–7,5	Q	1	III	Fe, pH			
2708	4,36	21,0–22,0	Q	1	II				
1950	5,3	7,0–8,0	Q	1	II				
2191	7,6	9,5–10,5	Q	1	II				
690	14,0	31,0–39,0	Q	1	V	Fe	Na, Cl, TOC		
1837	14,0	25,5–28,5	Q	1	III				
1321	18,0	19,5–20,5	Q	1	II				
1322	4,5	4,5–5,5	Q	2	IV	NO ₃		SŁABY	
1961	20,0	20,0–21,0	Q	2	II				
1294	22,0	22,0–24,0	Q	2	V	HCO ₃	K		
1816	28,0	31,0–38,5	Q	2	IV	HCO ₃ , As	Fe		
1293	32,0	32,5–42,5	Q	2	IV	Fe, K			
1759	66,0	67,5–83,0	J3	2	III	Fe			
1179	70,0	70,0–80,0	Q	2	IV	Fe, HCO ₃ , Na, Cl			
1292	82,7	83,0–91,0	NgM	2	II				
1291	165,0	160,0–179,5	J3	3	IV	Ba		SŁABY	

Jednolita część wód podziemnych nr 47

Charakterystyka hydrogeologiczna: Na obszarze JCWPd 47 zlokalizowano wodonośne piętra użytkowe w utworach: jury, kredy, paleogenu-neogenu i czwartorzędu (Rysunek 49). Powierzchnia jednostki wynosi 2 774,62 km² (Tabela 38).

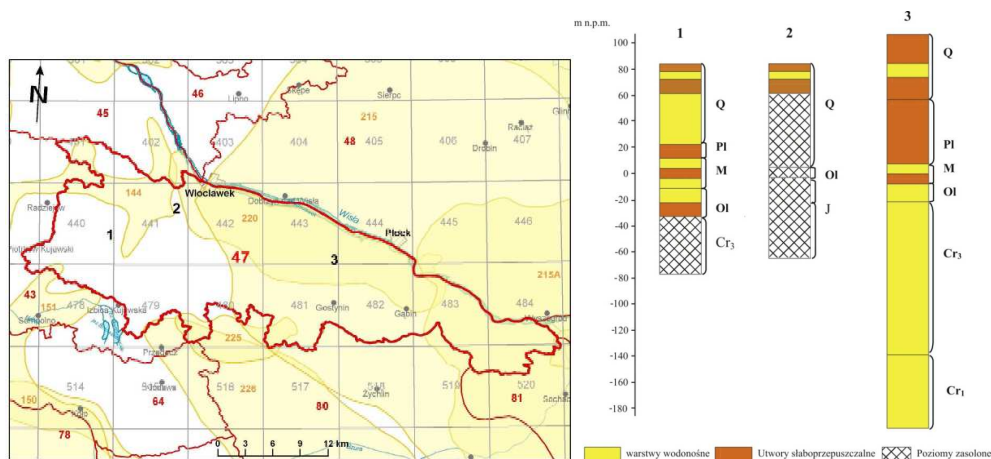
Główny poziom użytkowy w utworach czwartorzędowych jest szeroko rozprzestrzeniony a jego struktura została uformowana w wyniku następujących po sobie transgresji i recesji lądolodu, co spowodowało, że piętro to ma strukturę wielowarstwową i podział jego zakłada istnienie poziomów wodonośnych: nadglinowego, międzyglinowego i podglinowego. Rzeczywisty obraz warunków hydrogeologicznych jest jednak bardziej skomplikowany z uwagi na nieciągłość poziomów wodonośnych i rozdzielających je warstw nieprzepuszczalnych oraz bardzo zróżnicowanie ich miąższości. Wody podziemne w czwartorzędowych poziomach wodonośnych pozostają ze sobą w więzi hydraulicznej, tworząc układ hydrostrukturalny charakteryzujący się dużą różnorodnością warunków hydrogeologicznych i złożonym systemem krążenia wód. Wody te są zasilane głównie przez infiltrację wód od powierzchni terenu. Zwierciadło wody ma najczęściej charakter subartezyjski a miejscami swobodny. Odpływ wód podziemnych odbywa się generalnie z zachodu w kierunku wschodnim, ku dolinie Wisły. Lokalnymi bazami drenażu są mniejsze ciekі takie jak np. Zgłowiączka. Wartości podstawowych parametrów hydrogeologicznych są bardzo zróżnicowane i najkorzystniejsze w rejonach dolin kopalnych.

Główny poziom użytkowy w utworach paleogeńsko-neogeńskich występuje na zdecydowanej większości badanego terenu. Charakteryzuje się on bardzo zmienną litologią i zróżnicowaniem lateralnym i pionowym. Utwory wodonośne związane są przede wszystkim z miocenem, rzadziej z oligocenem i pliocenem. Często poziomy te kontaktują się ze sobą. Piętro paleogeńsko-neogeńskie kontaktuje się także miejscami swobodnie z piętrami: czwartorzędowym (np. w dolinie kopalnej w Lubrańcu), kredowym i jurajskim. Zwykle wodonośnymi utworami są zróżnicowane piaski, bardzo często poprzedzielane przez osady formacji brunatnowęglowej. Miąższości pięter zwykle wahają się w granicach 10–20 m, osiągając jednak miejscami nawet 50 m (rejon Wiktorowa). Zwierciadło wód podziemnych jest najczęściej subartezyjskie i stabilizuje się kilka metrów poniżej zwierciadła czwartorzędowego. Piętro to zasilane jest przede wszystkim poprzez przesączanie z nadległych osadów i dopływ lateralny z południa i zachodu. Przepływ wód odbywa się najczęściej w stronę Wisły, która jest bazą drenażu dla tego piętra.

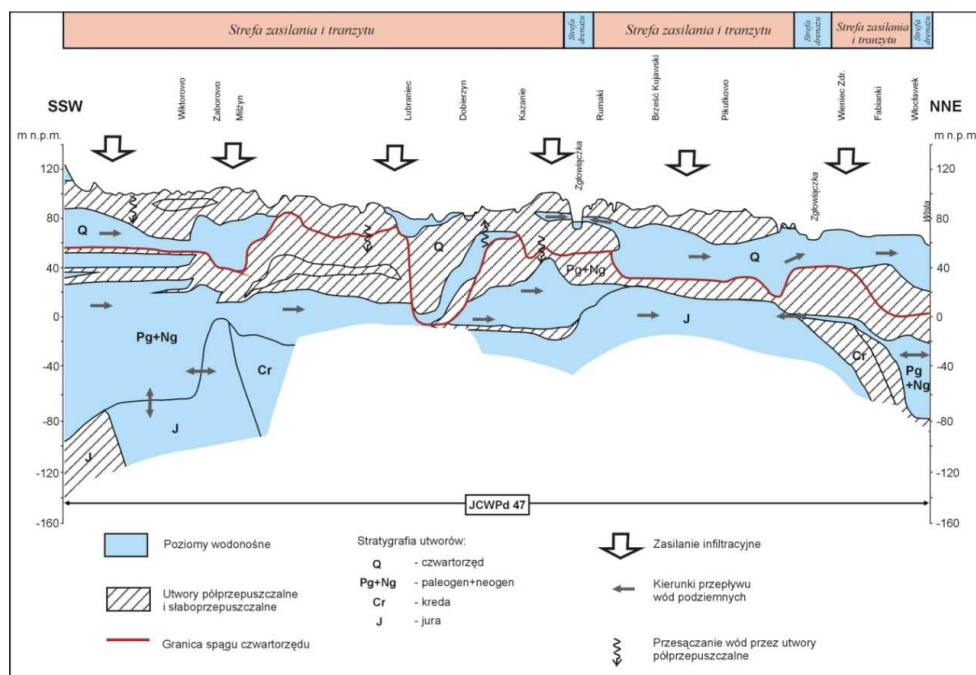
Główny poziom użytkowy w utworach kredowych związany jest przede wszystkim z utworami węglanowymi kredy górnej. Utwory te są dość powszechne na omawianym obszarze. Występują na zróżnicowanych głębokościach. Wodonośność piętra kredowego jest ściśle związana z obecnością szczelin i spękań w skałach węglanowych, co wiąże się z bardzo zmiennymi parametrami hydrogeologicznymi. Zwierciadło ma charakter napięty, wody stabilizują się prawie na tej samej rzędnej co wody piętra paleogeńsko-neogeńskiego. Zasilanie odbywa się poprzez przesączanie wody z utworów czwartorzędowych i pietra paleogeńsko-neogeńskiego, a ogólny spływ wód, podobnie jak w przypadku paleogeńsko-neogeńskiego odbywa się w kierunku północno-wschodnim w części środkowej i w kierunku wschodnim w części południowej, do Wisły (Rysunek 50).

Główny poziom użytkowy w utworach jurajskich związany jest ze stropowymi, spękanymi partiami węglanowych skał malmu. Występuje na głębokości od ok. 15 do ok. 90 m. Poniżej, na głębokości kilkadziesiąt do 200 m wody słodkie zanikają na korzyść zmineralizowanych wód typu Cl-Na. Piętro jurajskie zasilane jest z wyżej położonych poziomów wodonośnych. Jurajskie piętro wodonośne ma charakter subartezyjski a zwierciadło charakteryzuje się dość znaczną dynamiką. Piętro to jest słabo przebadane pod względem hydrogeologicznym.

Miejscami, zwłaszcza w zachodniej części JCWPd 47 użytkowe poziomy wodonośne nie wykształciły się. Najkorzystniejsze warunki hydrogeologiczne panują w części centralnej, pomiędzy Włocławkiem i Płockiem. Wodonośność ma charakter porowy w przypadku utworów czwartorzędowych i paleogeńsko-neogeńskich, gdzie wody podziemne występują głównie w piaskach natomiast w przypadku utworów starszych może mieć charakter porowy (piaski), lub porowo-szczelinowy (np. piaskowce).



Rysunek 49. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 47



Rysunek 50. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 47. Źródło: PSH

Tabela 38. Charakterystyka JCWPd nr 47

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
2 774,62	Wisła	Q(1-2), (M(1-2)) – OI Z – Cr (Z), J(Z)	Q, Pg+Ng, Cr	Q	63	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY

Do oceny stanu chemicznego JCWPd nr 47 według danych z 2015 r. wykorzystano informacje z 6 punktów pomiarowych. Wszystkie punkty zafiltrowane są w osadach czwartorzędowych zalegających na głębokościach od 2,9 do 37,5 m (pierwszy kompleks wodonośny, Tabela 39). Zgodnie z opisem warunków hydrogeologicznych, warstwy wodonośne czwartorzęd są w łączności hydraulicznej z warstwami miocenijskimi i dlatego oceniane są jako jeden spójny system wodonośny. Stwierdzona jakość wód w badanych otworach badawczych waha się od II do IV klasy jakości.

Szczególną uwagę należy jednak zwrócić na stężenia jonów NO₃ w punkcie 2167. Zlokalizowany jest on stosunkowo blisko obszarów ze zidentyfikowaną presją rolniczą (OSN nr 32 Prawostronne dopływy Zb. Włocławek,

OSN nr 34 Skrwa Lewa, OSN nr 20 Bzura). Odnotowane tam stężenie azotanów wynosiło 63,6 mgNO₃/l (Załącznik 4). Przekroczenie 75% wartości progowej dobrego stanu odnotowano w punkcie 927 przypadku As i HCO₃, w punkcie 964 w przypadku K, a w punkcie 960 w przypadku Fe i HCO₃. Składniki takie jak NO₃, K i As nie są pierwiastkami charakterystycznymi dla osadów czwartorzędowych, w których zostały one zidentyfikowane podczas monitoringu operacyjnego 2015, dlatego należy stwierdzić, że najprawdopodobniej przeniknęły one do wód podziemnych jako składniki zanieczyszczeń przemysłowych i rozproszonych komunalnych lub rolniczych. Zidentyfikowane powyżej anomalie wskazują na lokalny charakter presji antropogenicznej w badanej JCWPd. Oszacowany zasięg zanieczyszczenia w analizowanej jednostce wynosi 7,28% jej powierzchni, co zgodnie z przyjętą metodyką pozwala stan chemiczny JCWPd nr 47 określić jako dobry dostatecznej wiarygodności.

Ze względu na lokalne zanieczyszczenie azotanami i zidentyfikowaną presją rolniczą (OSN nr 48 w zlewni rzeki Zgłowiączki) jednostka ta powinna być objęta monitoringiem operacyjnym. Istotnymi problemami jednostki wymienianymi w kontekście presji antropogenicznej są także niedostateczna sanitacja obszarów wiejskich i rekreacyjnych oraz nadmierne rozdysponowanie zasobów.

Tabela 39. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 47

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonosnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonosnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonosny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonosnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
2167	2,9	9,0–12,0	Q	1	IV	NO ₃		DOBRY	DOBRY DW
2164	8,2	18,0–23,0	Q	1	III	Fe			
2168	10,6	17,0–21,5	Q	1	II				
960	16,0	75,5–94,0	Q	1	II				
964	16,0	16,0–19,0	Q	1	III	Fe, HCO ₃			
927	37,5	37,4–42,8	Q	1	III				

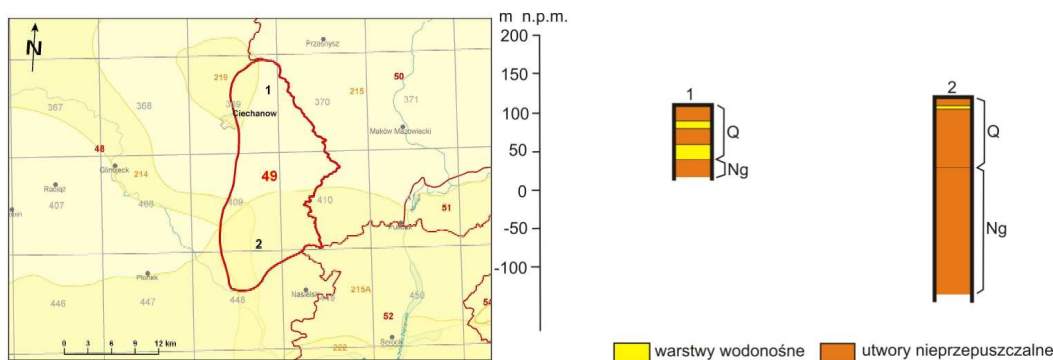
Jednolita część wód podziemnych nr 49

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 49 położona jest w regionie Środkowej Wisły a jej powierzchnia wynosi 593,92 km². Na obszarze JCWPd nr 49 wyróżnia się przede wszystkim poziomy wodonosne w osadach czwartorzędowych (Rysunek 51, Tabela 40). Na znacznych głębokościach rzędu 200 m występuje również poziom paleogeński ale nie jest on ujmowany żadnymi studniami a jego rozpoznanie jest bardzo słabe (Paczyński 1993, 1995). Poziom paleogeński występuje tylko na części obszaru JCWPd i od głębokości poniżej 250–300 m jest zasolony.

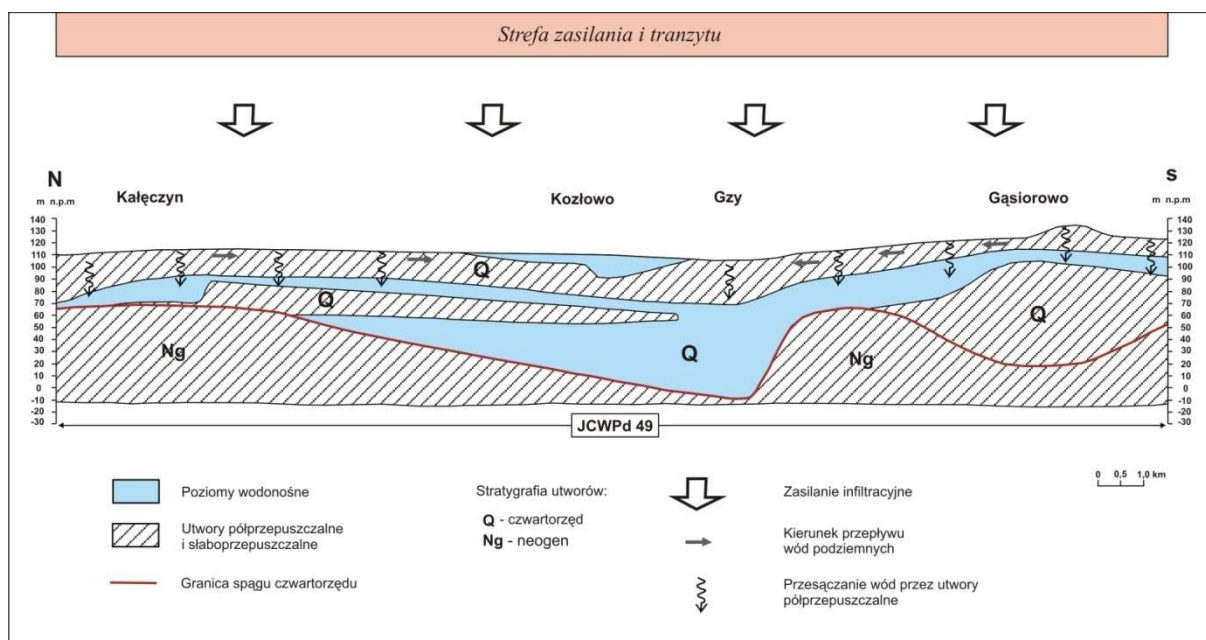
Na obszarze JCWPd nr 49 wyodrębniono 4 GZWP (nr 219, 215, 215A oraz 214). Podstawową bazę drenażową dla jednostki stanowią rzeki: Wkra, Sona i Łydynia.

Pierwszy poziom czwartorzędowy występuje w formie płatów osadów piaszczystych o małej miąższości i wydajności. Tworzą go piaski wodnolodowcowe zlodowacenia środkowopolskiego oraz piaski moren czołowych. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i jest współkształtne do powierzchni terenu. Poziom ten występuje na głębokości kilku metrów poniżej powierzchni terenu i najczęściej ma miąższość około 10 m. Wody ujmowane są studniami kopanymi. Poziom wód gruntowych ma lokalne znaczenie dla zaopatrzenia pojedynczych gospodarstw wiejskich. Głównie użytkowe poziomy wodonosne w utworach czwartorzędowych to warstwy międzyglinowa i spągowa. Elewacje starszego podłoża powodują, że na znacznym obszarze występuje tylko poziom międzyglinowy, który obejmuje warstwę o zwierciadle napiętym. Poziom ten tworzą piaszczyste utwory wodnolodowcowe. Najczęściej występuje jedna warstwa wodonosna o zmiennej miąższości od kilku do kilkudziesięciu metrów z wodami porowymi (Rysunek 52).

Główny poziom wodonosny powszechnie ujmowany jest studniami wierconymi, występuje w utworach czwartorzędowych, w centralnej części posiada duże miąższości przy czym w południowej i północnej części miąższość znacząco maleje.



Rysunek 51. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd 49



Rysunek 52. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 49. Źródło: PSH

Tabela 40. Charakterystyka JCWPd nr 49

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
593,92	Wisła	Q(1-2), Pg	Q,	Q	100	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY DW

W obszarze jednostki zidentyfikowana została presja rolnicza. Na jej obszarze znajduje się OSN nr 5 w zlewni rzeki Sona i dopływ z Przedwojewa. Istotnym problemem jednostki jest również niedostateczna sanitacja obszarów wiejskich i rekreacyjnych.

W 2015 roku na obszarze JCWPd nr 49 opróbowano 8 punktów pomiarowych. Punkty 1470, 2541 i 2542 o głębokości do stropu warstwy wodonośnej, odpowiednio 2,4, 16 i 19 m ujmują wody pierwszego kompleksu wodonośnego. Pozostałe punkty o głębokości do stropu warstwy wodonośnej od 28 do 56 m reprezentują wody drugiego kompleksu wodonośnego. Prawie wszystkie punkty mają bardzo dobrą izolację od powierzchni terenu w postaci nadległych osadów nieprzepuszczalnych. W obrębie JCWPd nr 49, wyznaczono OSN nr 36. Stężenia azotanów i azotynów w większości punktów pomiarowych nie przekroczyły wartości granicznych II klasy jakości. Wyjątkiem jest punkt nr 1470, który został włączony do monitoringu w 2014 r. (Tabela 41). Odnotowana w 2015 r. wartość stężenia azotanów wynosiła 85,2 mgNO₃/l. Punkt ten zlokalizowany jest w bezpośrednim sąsiedztwie zabudowy wiejskiej i gruntów ornych. Z analizy profilu wynika, że w nadkładzie ujmowanego poziomu

wodonośnego nie występują utwory nieprzepuszczalne. Oszacowany zasięg zanieczyszczenia dla tego punktu, liczony jako proporcja jednostki hydrogeologicznej MhP do powierzchni całej JCWPd nr 49, wynosi 8,06%. Jest to zatem zanieczyszczenie o charakterze lokalnym, nie mające znaczącego wpływu na stan chemiczny w całej JCWPd nr 49, dlatego stan wód kompleksu pierwszego określono jako dobry.

Wśród punktów ujmujących drugi kompleks tylko w punktach 2539 i 2540 odnotowano przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego tylko w przypadku HCO_3 . Przekroczenia te mają charakter geogeniczny, dlatego ekspercko zmieniono klasę jakości z IV na III. Przekroczenie 75% wartości progowej dobrego stanu odnotowano tylko w punkcie 2538 w przypadku jonów NH_4 , HCO_3 i Fe (Załącznik 4). Stan chemiczny wód drugiego kompleksu można określić jako dobry.

Przeprowadzona analiza pozwala na wyznaczenie dobrego stanu wód podziemnych w obrębie JCWPd nr 49 z dostateczną wiarygodnością. Ze względu na zidentyfikowaną presję rolniczą JCWPd nr 49 powinna być objęta nadal monitoringiem operacyjnym.

Tabela 41. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 49

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
1470	2,4	6,8–10,0	Q	1	IV	NO ₃		DOBRY	DOBRY DW
2541	16,0	40,0–55,0	Q	1	II				
2542	19,0	30,1–48,3	Q	1	II				
2540	28,0	28,5–39,5	Q	2	III	HCO ₃		DOBRY	
2538	30,0	32,3–51,5	Q	2	III				
2543	32,0	39,5–54,5	Q	2	II				
910	38,0	38,4–58,0	Q	2	II				
2539	56,0	56,2–69,0	Q	2	III	HCO ₃			

Jednolita część wód podziemnych nr 62

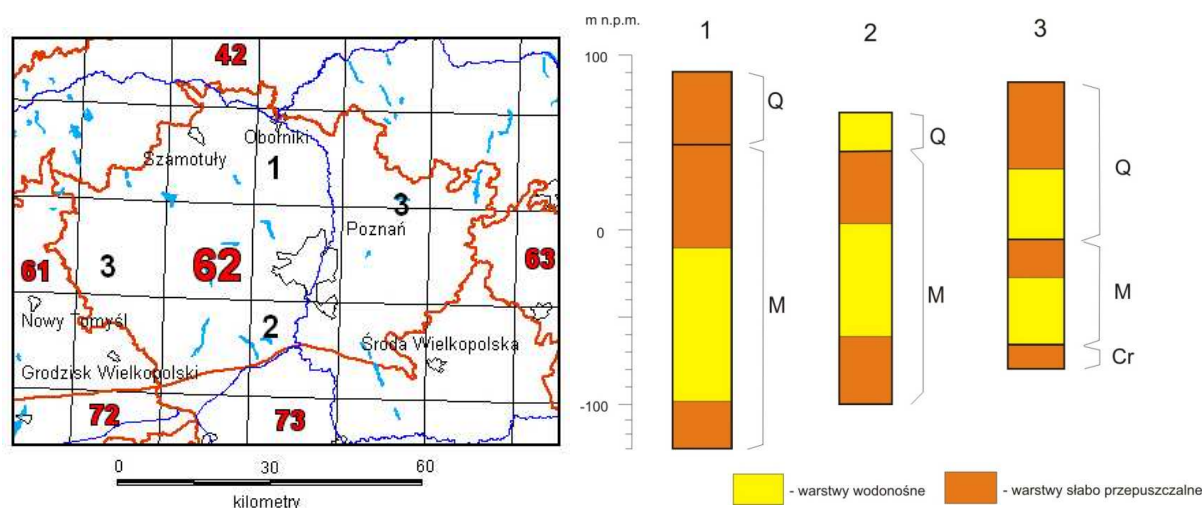
Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 62 obejmuje obszar zlewni cząstkowej Warty i ma powierzchnię 3 219,41 km². Jest to zlewnia odcinka przełomowego doliny Warty, między pradolinami warszawsko–berlińską na południu i toruńsko–eberswaldzką na północy. W JCWPd nr 62 rozpoznano wody pitne w utworach czwartorzędowych i neogeńsko-paleogeńskich, występujące do głębokości 200–270 m w strukturach hydrogeologicznych o zróżnicowanej genezie i rozprzestrzenieniu (Rysunek 53, Tabela 42).

Wody w utworach czwartorzędowych występują w piaskach różnej granulacji i żwirach rzecznych, wodnolodowcowych struktur różnej genezy, na który składają się trzy poziomy o regionalnym rozprzestrzenieniu, choć nie zawsze ciągłym: gruntowy, międzyglinowy górny, międzyglinowy dolny. W poziomie gruntowym zwierciadło wody jest swobodne i zalega na głębokości 0,5–9 m. Poziom ten zasilany jest w głównej mierze infiltracją opadów, a jedynie w dolinach rzecznych, także z drenażu poziomów wód wgłębnych oraz z infiltracji wód powierzchniowych. Zwierciadło wody poziomu międzyglinowego ma charakter naporowo-swobodny, gdyż silnie wiąże się w układzie hydrostrukturalnym i krążenia wody z poziomem gruntowym. Poziom międzyglinowy jest zasilany przez przesączanie z poziomu gruntowego lub bezpośrednią infiltrację opadów poprzez nadległe gliny morenowe, zaś drenują go drobne ciekły dopływowe do Warty. Poziom międzyglinowy dolny tworzą piaski i żwiry osiadają najczęściej przedział miąższości 10–30 m, lokalnie do 60 m. Poziom ten gromadzi głównie wody naporowe występujące na głębokości od 10 do 65 m pod nakładem glin morenowych. Zasilanie poziomu odbywa się w głównej mierze na drodze przesączania się wód poprzez gliny morenowe z nadległych poziomów wodonośnych i lokalnie przez przepływy w oknach hydrogeologicznych.

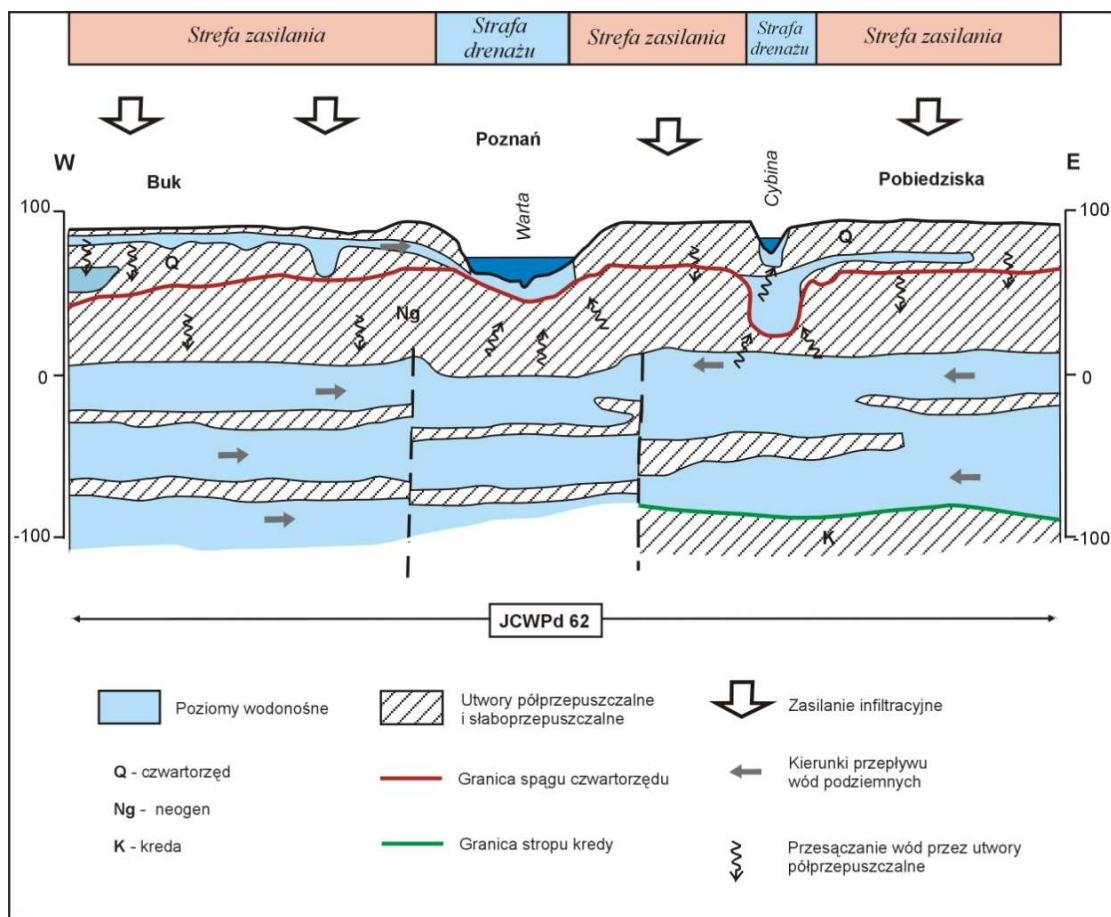
W obrębie poziomu mioceńskiego można wyróżnić trzy warstwy wodonośne: dolną, środkową i górną, związane z cyklicznością sedymentacji utworów brunatnowęglowych miocenu. Ten trójdzielny układ jest wyraźny na zachód od południka Kornik–Murowana Goślina, natomiast na wschód wspomniane warstwy łączą się ze sobą, tworząc jeden kompleks wodonośny zbudowany z osadów piaszczystych z soczewami węgla brunatnych i mulów. Poziom mioceński jest poziomem ciśnieniowym o wodach subartezyjskich w obrębie wysoczyzn i artezyjskich w obrębie głównych dolin (cała dolina Warty) i pradolinie warszawsko–berlińskiej. Zasilanie poziomu mioceńskiego zachodzi na drodze przesączania się wody z poziomów czwartorzędowych poprzez kompleks ilów poznańskich trzeciorzędu i glin morenowych czwartorzędu, zwłaszcza w miejscach zmniejszania się ich grubości, a tylko lokalnie, praktycznie bez znaczenia regionalnego poprzez przepływy w oknach hydrogeologicznych, które powstały na obszarach erozyjnych rozcięć ilów poznańskich w strefach występowania najstarszych dolin kopalnych (Rysunek 54).

Poziom oligoceński tworzą 1 lub 2 warstwy o miąższości lokalnie dochodzącej do 30 m. Bardzo często poziom oligoceński łączy się przez rozległe okna hydrogeologiczne z poziomem mioceńskim i wtedy bezpośrednio na osadach wodonośnych oligocenu zalegają piaski dolnej warstwy mioceńskiej. Warstwę izolującą poziomy stanowią zwykle kilkumetrowej miąższości osady mulasto-ilasto-węgliste.

Większość zbiorników wód podziemnych na obszarze JCWPd 62 została udokumentowana w utworach czwartorzędowych (łącznie około 30 zbiorników o charakterze lokalnym bądź regionalnym). Zbiornik neogeńsko-paleogeński, będący częścią subartezyjskiego basenu wielkopolskiego, występuje na całym obszarze Dorzecza, a w ramach JCWPd nr 62 na powierzchni 2 729 km².



Rysunek 53. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 62



Rysunek 54. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 62. Źródło: PSH

Tabela 42. Charakterystyka JCWPd nr 62

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
3 219,41	Odra	(Q), M	Q, M	Q	78	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY DW

W granicach JCWPd nr 62 w 2015 opróbowano 21 punktów pomiarowych. Wśród nich, 6 reprezentuje wody pierwszego kompleksu wodonośnego (głębokość do stropu warstwy wodonośnej od 0,8 do 28,4 m p.p.t.), a pozostałe 15 wody drugiego kompleksu wodonośnego (głębokość do stropu warstwy wodonośnej od 32,0 do 134,5 m p.p.t.).

W punktach ujmujących wody pierwszego kompleksu wodonośnego przekroczenie wartości progowej odnotowano w punktach nr 3, 6 i 1224 w przypadku Zn, a w punkcie 547 w przypadku NH₄ i Fe. Przekroczenia te odpowiadają zakresom IV i V klasy jakości (Tabela 43). Przekroczenie 75% wartości progowej dobrego stanu odnotowano w przypadku następujących wskaźników: K, HCO₃ (punkt nr 547), K (punkt nr 3), NO₃ (punkt nr 1278). Analiza profilu geologicznego punktu nr 547 wykazała obecność mułków w nadkładzie ujmowanej warstwy wodonośnej. Dlatego można przypuszczać, że odnotowane przekroczenia mają charakter geogeniczny. Niestety nie jest znany profil punktu nr 1224, a analiza wartości stężeń Zn, z lat 1998–2014, wykazała, że są to typowe wartości w tym punkcie. Niemniej jednak, możliwe jest antropogeniczne pochodzenie tego wskaźnika. Szacowany zasięg zanieczyszczenia w pierwszym kompleksie wodonośnym stanowi 8,32% powierzchni całej JCWPd nr 62, dlatego jego stan chemiczny można określić jako dobry.

W przypadku punktów ujmujących wody drugiego kompleksu wodonośnego przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych odnotowano tylko w 2 punktach, o numerach 4 i 1281

(Fe). Ponieważ są to prawdopodobnie przekroczenia o geogenicznym charakterze klasa jakości w tych punktach została zmieniona z IV na III oraz z III na II (Tabela 43). Przekroczenie 75% wartości progowej dobrego stanu odnotowano w 11 punktach w przypadku następujących wskaźników: HCO_3 , Fe, NH_4 .

Punkty nr 1, 2 i 3 zlokalizowane są na stacji hydrogeologicznej PIG-PIB w Czachurkach. Analiza danych z lat 1991–2014 z tej stacji wykazała systematyczny wzrost stężenia Zn w poziomie wód gruntowych, szczególnie mocno akcentujący się na przełomie lat 2008–2012. Dodatkowo na przestrzeni lat 1991–2012 stwierdza się podwyższone stężenia NH_4 , Zn, Ni i Mn. W przeciągu ostatnich 5 lat zauważono również wzrostową tendencję stężeń SO_4 , których obecność w wodach podziemnych wpływa na migrację metali. Należy zauważyć, że omawiany obszar do niedawna miał charakter rolniczy, lecz w ostatnich latach bardzo szybko przekształca się w tereny zabudowane, pozbawione infrastruktury sanitarnej. Pomimo kilkuletniego wzrostu stężeń poszczególnych wskaźników w omawianych punktach, wartości stężeń odnotowane w 2015 r. są niższe niż w latach poprzednich.

Należy również zwrócić uwagę na stosunkowo niskie stężenia azotanów w jednostce pomimo występowania w niej aż trzech OSN'ów – OSN nr 11 w zlewni Kopli, OSN nr 12 w zlewni Mogilnicy i Kanału Grabarskiego, OSN nr 15 w zlewni Olszynki, Racockiego Rowu i Żydowskiego Rowu. Tylko w punktach 3 i 2566, które nie leżą w granicach żadnego z OSN-ów odnotowano następujące wartości stężeń NO_3 – odpowiednio 11,5 i 11,8 mg NO_3/l .

Przeprowadzona analiza wskazuje na lokalne występowanie zanieczyszczenia w wodach podziemnych JCWPd nr 62 i z tego względu jej stan chemiczny określono jako dobry dostatecznej wiarygodności. Ze względu na zidentyfikowaną w tym rejonie presję rolniczą jednostka ta powinna być nadal objęta monitoringiem operacyjnym.

Tabela 43. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 62

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonosnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonosnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonosny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonosnego	Stan chemiczny JCWPd	
						IV klasy jakości	V klasy jakości			
3	0,8	6,0–9,0	Q	1	IV	Zn		DOBRY	DOBRY DW	
547	6,7	17,0–21,0	Q	1	III	NH ₄ , Fe				
1278	11,5	25,1–29,9	Q	1	III					
2566	17,9	20,5–24,5	Q	1	III					
1224	28,0	35,0–45,0	Q	1	V		Zn			
6	28,4	30,0–45,0	Q	1	IV	Zn				
2558	32,0	41,5–58,5	Q	2	III			DOBRY		DOBRY DW
2556	33,5	42,5–62,5	Q	2	III					
2563	36,0	36,0–53,0	Q	2	II					
1282	37,0	54,4–70,0	Q	2	II					
1281	39,0	39,0–54,0	Q	2	III	Fe				
1279	42,0	45,8–53,0	Q	2	III					
2555	45,0	59,9–75,8	Q	2	III					
2564	46,0	68,0–86,0	Q	2	II					
2572	51,0	53,0–74,1	Q	2	III					
2547	58,0	70,0–88,0	Q	2	III					
2557	59,0	60,8–76,0	Q	2	II					
2	73,0	83,4–95,2	Q	2	II					
5	89,0	92,6–113,0	NgM	2	II					
1	113,0	114,0–165,0	PgOI+NgM	2	II					
4	134,5	135,8–165,0	NgM	2	IV		Fe			

Jednolita część wód podziemnych nr 64

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 64 zlokalizowana jest w regionie wodnym Warty i zajmuje powierzchnię 1 850 km². Na jej obszarze wyodrębniono 5 GZWP: (nr: 143, 144, 151, 150, 226).

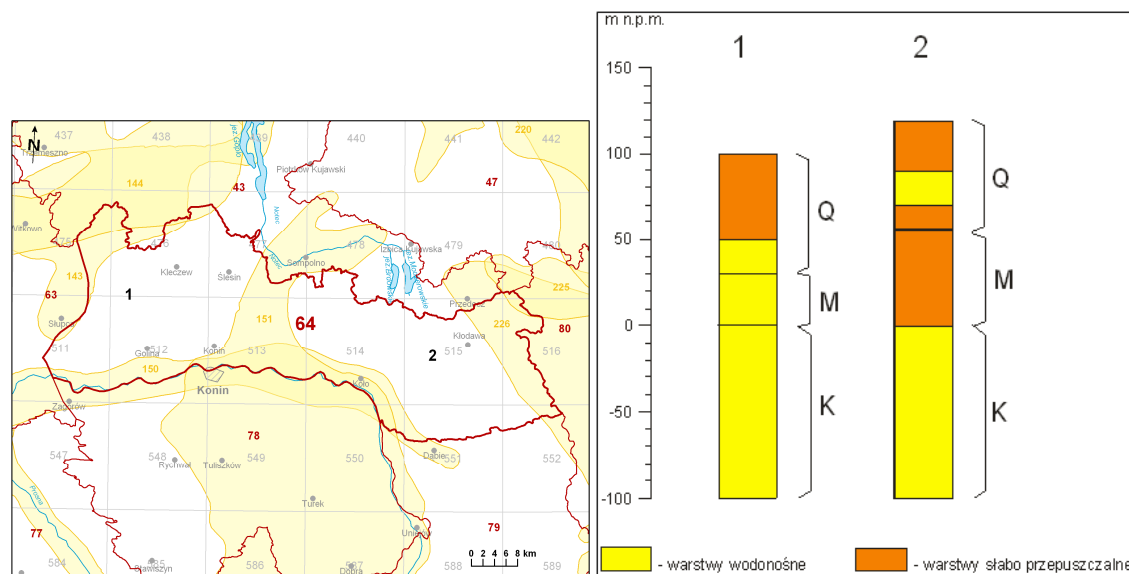
Wyróżnia się tutaj 3 poziomy użytkowe: czwartorzędowy, mioceni i kredowy. Wody podziemne poziomu czwartorzędowego występują na obszarze całej JCWPd i są izolowane od powierzchni terenu. Wskutek złożonej budowy geologicznej w części zachodniej występuje kontakt hydrauliczny poziomów czwartorzędowego, mioceni i kredowego, w części wschodniej brak jest poziomu mioceni, a poziom czwartorzędowy i kredowy nie mają kontaktu hydraulicznego (Rysunek 55, Tabela 44).

W obrębie piętra czwartorzędowego wyróżniono następujące poziomy: gruntowy oraz międzyglinowy górny i dolny, które mogą być ze sobą lokalnie połączone. Poziom wód gruntowych występuje w utworach piaszczysto-żwirowych tarasów współczesnych dolin rzecznych, na głębokości od 0,5 do 10 m. Jego miąższość jest zmienna, zazwyczaj wynosi od 3 do 6 m. Wyjątek stanowią dolina Warty, gdzie miąższość warstwy wzrasta i wynosi od 5 do 15 m oraz miejsca nakładania się osadów dolinnych na starsze utwory interglacjalne eemskiego lub utwory fluwioglacjalne (nawet do 30 m). Poziom ten budują piaski średnioziarniste, drobnoziarniste i gruboziarniste, a lokalnie żwiry. Zwierciadło wody ma charakter swobodny. Poziom wód wgłębnych w utworach międzyglinowych występuje w piaszczysto-żwirowych osadach fluwioglacjalnych i dolin kopalnych, rozdzielających gliny morenowe poszczególnych zlodowaceń. Miąższość poziomu międzyglinowego górnego wynosi najczęściej od kilku do 15 metrów, a w obrębie dolin kopalnych z interglacjalne eemskiego do 20 metrów. Poziom ten występuje głównie na głębokości około 5–15 m, pod nakładem glin zlodowacenia bałtyckiego (wisły), stanowiących warstwę napinającą. Zwierciadło wody, przeważnie napięte, występuje na głębokościach od 0,5 do 20 m, najczęściej 5–8 m. Zasilany jest na drodze przesączania się wód z wyżej zalegającego poziomu gruntowego lub na drodze infiltracji opadów poprzez nakład gliniasty. Miąższość poziomu międzyglinowego dolnego najczęściej przyjmuje wartości z przedziału 5–20 m, ale lokalnie dochodzi do 30 m. Poziom ten jest zbiornikiem wód naporowych występujących na głębokości od 15 do 40 m, a w dolinach rzecznych na głębokościach od 5 do 10 m. Napięte zwierciadło wody stabilizuje się na głębokości od około 1–2 m do około 10 m. Zasilanie piętra czwartorzędowego zachodzi przez infiltrację opadów atmosferycznych i drenaż głębszych poziomów w obrębie obniżień dolinnych.

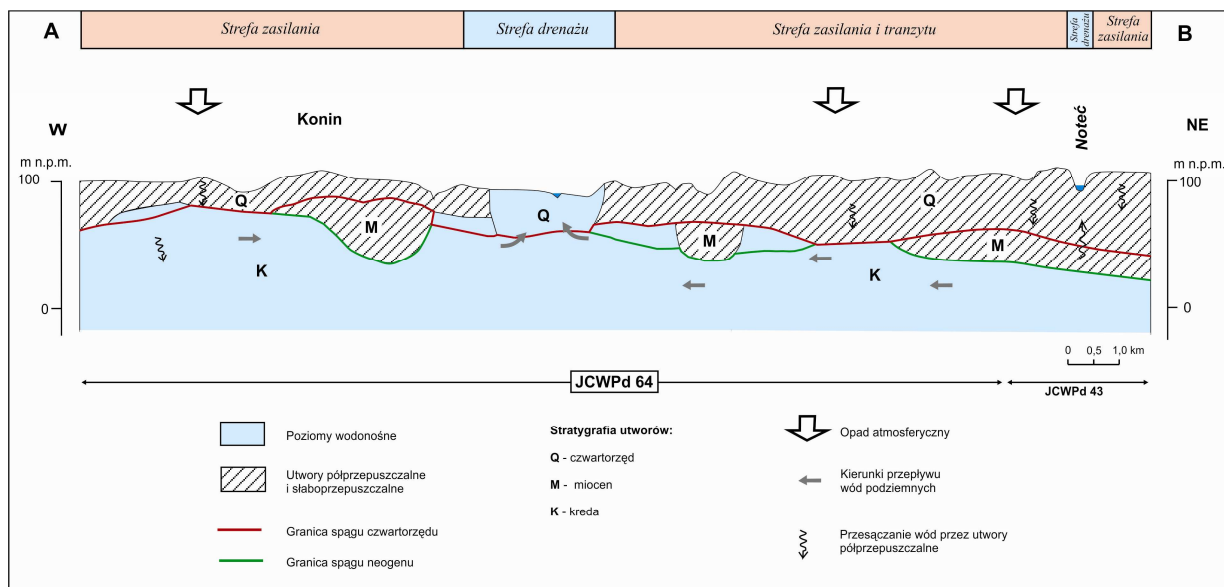
Utwory wodonośne miocenu stanowią piaski drobnoziarniste i mułkowate, lokalnie średnioziarniste o zmiennej miąższości od około 10 do ok. 60 m. Warstwy te mogą być przedzielone strefowo warstwami mułów i węgli brunatnych o charakterze nieciągłym. Głębokość występowania poziomu wynosi od kilkunastu do ponad 100 m. Zwierciadło wody ma charakter subartezyjski. Warstwę napinającą poziomu mioceni stanowią słabo przepuszczalne iły poznańskie oraz gliny zwałowe czwartorzędu o zmiennej miąższości. Zasilanie poziomu mioceni zachodzi na drodze przesączania się wody z poziomów czwartorzędowych i lokalnie przez przepływy w oknach hydrogeologicznych.

Kredowy poziom wodonośny stanowią spękane margle, wapienie, opoki i piaskowce, występujące na głębokościach od kilku metrów na południu jednostki (w rejonie pradoliny warszawsko-berlińskiej), do około 100 m na północy. Miąższość tych utworów osiąga wartości powyżej 40 m. Na wysoczyźnie piętro to jest dobrze izolowane przez warstwę glin zwałowych i ilów poznańskich. Wody w tych utworach tworzą jeden poziom wodonośny o ciśnieniu subartezyjskim. W pradolinie natomiast poziom ten połączony jest z poziomem czwartorzędowym i tworzy z nim wspólne piętro wodonośne. Na tym obszarze charakteryzuje się swobodnym lub lekko napiętym zwierciadłem wody, brakiem izolacji lub bardzo niewielką izolacją. Piętro kredowe zasilane jest generalnie przez przesączanie się wód z nadległych poziomów czwartorzędowego i trzeciorzędowego, oraz w dolinie Warty przez infiltrację opadów i okresowo z wód powierzchniowych.

Regionalną bazą drenażu dla wszystkich poziomów wodonośnych, występujących w opisywanej jednostce jest płynąca na zachód Warta. Na obszarze JCWPd nr 64 naturalny układ krążenia został całkowicie zmieniony, na skutek prac odwodnieniowych w rejonie kopalni odkrywkowej węgla brunatnego „Lubstów” i „Pątnów”. W rejonie Lubstowa wytworzył się rozległy lej depresji, obniżone zwierciadło wody dochodzi do 20 m n.p.m. w centrum odkrywki (Rysunek 56).



Rysunek 55. Profil geologiczny i jego lokalizacja w JCWPd nr 64



Rysunek 56. Schemat przepływu wód podziemnych w JCWPd nr 64. Źródło: PSH

Tabela 44. Charakterystyka JCWPd nr 64

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
1850	Odra	Q – (TrM) – K	Mez, Ken, Tr, Q	Cr	43	SLABY	DOBRY	DOBRY NW	DOBRY	SLABY	DOBRY	DOBRY NW

W ramach monitoringu operacyjnego w 2015 r., na obszarze JCWPd nr 64 opróbowano pięć punktów monitoringowych. Punkty 1954 i 2201 ujmują wody poziomu czwartorzędowego – głębokość do stropu warstwy wodonośnej wynosi 5,3 i 3,3 m (pierwszy kompleks wodonośny). Natomiast punkty nr 1182, 1506 i 1914 ujmują wody drugiego kompleksu wodonośnego o głębokości do stropu warstwy wodonośnej od 19 do 30,2 m.

Przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych odnotowano w punktach ujmujących pierwszy kompleks wodonośny. W punkcie nr 2201 odnotowano przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych w przypadku K i NO₃, a w punkcie nr 1954 w przypadku SO₄. Są to płytkie piezometry o głębokości 9 m, bez warstw izolujących ujmowany poziom wodonośny od powierzchni

terenu. Analiza profilu geologicznego punktu nr 2201 wykazała w bezpośrednim nadkładzie ujmowanej warstwy wodonośnej obecność torfów (od 1,4 do 2,6 m p.p.t.). Nie mniej jednak stwierdzone podwyższone wartości stężeń K i NO₃ mają prawdopodobnie antropogeniczne pochodzenie (Tabela 45). Przypuszczalny zasięg zanieczyszczenia w pierwszym kompleksie, liczony jako stosunek jednostek hydrogeologicznych MhP do powierzchni JCWPd nr 64, stanowi 7,24% analizowanej JCWPd nr 64. Z informacji zebranych w charakterystyce tej jednostki wynika, że tereny użytkowane rolniczo są potencjalnymi ogniskami źródeł zanieczyszczeń obszarowych w przypadku nadmiernego nawożenia i stosowania środków ochrony roślin (m.in. związkami azotu i potasu, Nowicki i in., 2013).

W pozostałych punktach ujmujących drugi kompleks nie stwierdzono przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych, ani przekroczenia 75% wartości progowej dobrego stanu.

W związku z tym, że szacowany zasięg zanieczyszczenia stanowi 7,24% analizowanej jednostki – tylko w pierwszym kompleksie, a w drugim nie odnotowano żadnych przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego, jej stan chemiczny, wg danych z 2015 r. można uznać za dobry z dostateczną wiarygodnością. W JCWPd nr 64 w niewielkim stopniu, w jej wschodniej części, została zidentyfikowana presja rolnicza (OSN nr 20 – zlewnia rzeki Bzura i jej dopływów). Jednostka ta w dalszym ciągu powinna być objęta monitoringiem operacyjnym ze względu na odnotowywane przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych.

Tabela 45. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 64

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
2201	3,3	6,0–8,0	Q	1	V	NO ₃	K	DOBRY	DOBRY DW
1954	5,3	7,0–8,0	Q	1	IV	SO ₄			
1182	19,0	19,5–20,5	Q	2	III			DOBRY	
1506	30,0	35,0–41,0	Q	2	II				
1914	30,2	30,2–56,0	K2	2	II				

Jednolita część wód podziemnych nr 69

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 69 położone jest w regionie wodnym Środkowej Odry, a jej powierzchnia wynosi 3 696 km² (Tabela 46). W obrębie tej jednostki występuje 6 GZWP (nr: 149, 315, 316, 317, 318, 319). W północnej części JCWPd nr 69 użytkowy poziom wodonośny stanowią wody piętra czwartorzędowego. Wśród warstw wodonośnych, występujących w piaszczysto-żwirowych osadach wodnolodowcowych zlodowaceń środkowopolskich i Sanu, wyróżnia się jeden lub dwa poziomy wodonośne. Miąższość utworów wodonośnych wynosi od poniżej 5 m do ok. 20 m. Na obszarach dolinnych opisywany poziom pozbawiony jest izolacji i charakteryzuje się swobodnym zwierciadłem wody, występującym na głębokościach: od 5 m do 20 m p.p.t.. W obrębie drugiego poziomu wodonośnego i na wysoczyźnie, poziom ten jest izolowany kilkumetrową warstwą gliny zwałowej, zwierciadło jest napięte, a głębokość występowania poziomu wzrasta do 40 m. Alimentacja wód podziemnych w utworach czwartorzędowych występuje przez bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych. Bazę drenażu stanowi rzeka Bóbr. Poziomy wodonośne czwartorzędu nie są z reguły w łączności hydraulicznej z poziomami niżej ległymi. Łączność taka możliwa jest w obrębie występowania stref głębokich rozcięć przez rynny subglacialne (w których miąższość utworów wodonośnych osiągać może znacznie ponad 100 m), sięgających aż do utworów środkowego miocenu. Lokalnie, w strefach silnie zaburzonych glaciektonicznie, utwory czwartorzędowe mogą nie występować; na powierzchni pojawiają się wychodnie pliocenu lub miocenu górnego.

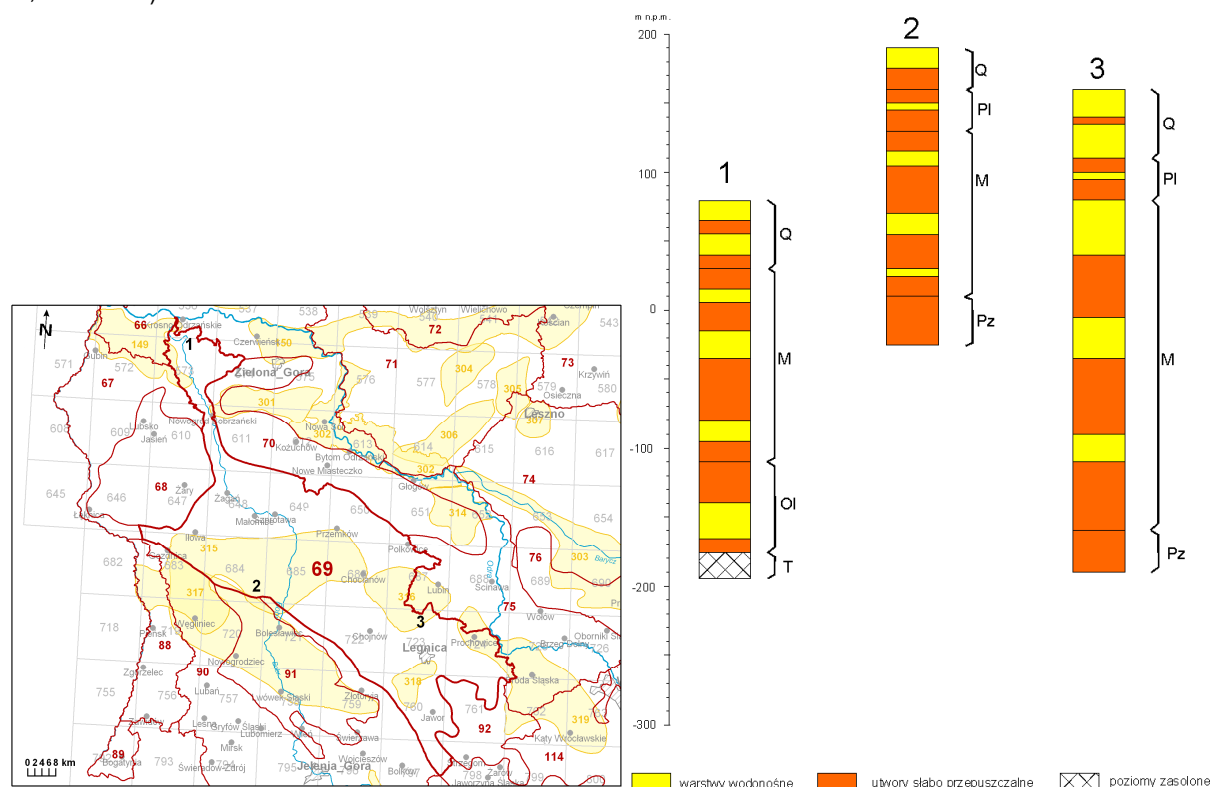
Użytkowe piętro neogenu występuje w południowej części jednostki. Wykształcone jest w postaci licznych warstw i soczew piaszczystych, piaszczysto-żwirowych, które charakteryzują się zmienną miąższością, od kilku

do ponad 70 m. Warstwy te występują wśród ilów, pyłów i węgla brunatnego na różnych głębokościach od kilkunastu do ok. 100 m p.p.t. Zwierciadło wody ma charakter subartezyjski, sporadycznie artezyjski. Piętro to przebadane zostało w ramach dokumentowania zasobów złoża węgla brunatnego „Legnica”. Zgodnie z podziałem przyjętym na obszarze złoża „Legnica” w trzeciorzędzie wydzielono 3 poziomy wodonośne:

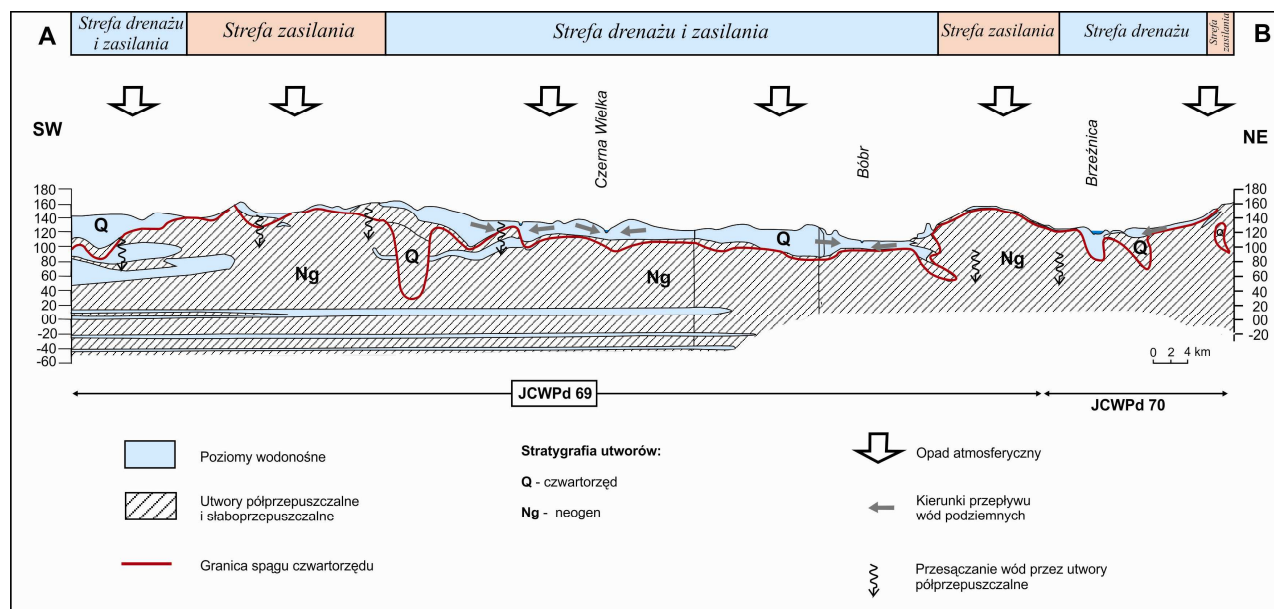
- górnio-mioceni i pliceni poziom wodonośny (zwany też nadwęglowym), występujący w stropowych partiach trzeciorzędu, zalegający nad pokładem węgla brunatnego (łużyckiego). Tworzą go warstwy piaszczysto-żwirowe o niewielkim rozprzestrzenieniu i małej miąższości;
- poziom środkowo-mioceni (zwany też śródwęglowym), ograniczony występowaniem dwóch ław pokładowych węgla brunatnego zaliczanych do pokładu łużyckiego. Warstwy wodonośne wykształcone są tu w postaci piasków drobnoziarnistych i średnioziarnistych, często z dużą zawartością części pylastych o znacznym rozprzestrzenieniu;
- poziom dolnomioceni, lokalnie oligoceni (zwany też podwęglowym), zalegający bezpośrednio na starszym podłożu. Warstwy wodonośne to piaski drobnoziarniste, często pylaste. Poziom ten łączy się pod względem hydrodynamicznym, a często też strukturalnym z wodami występującymi w obrębie skał podłoża podkenozoicznego.

Zasilanie tego piętra odbywa się głównie na wychodniach przez okna hydrogeologiczne jak również przez przesączenie z czwartorzędowego piętra wodonośnego.

W utworach triasu (występujących głównie w północnej i centralnej części JCWPd 69) stwierdzono obecność wód wysoko zmineralizowanych. Możliwe jest przenikanie tych wód do wód poziomu oligoceni. Warunki hydrogeologiczne piętra paleozoicznego, występującego w centralnej i południowej części JCWPd 69, są rozpoznane w bardzo małym stopniu. Szacuje się, że ich wodonośność jest znikoma (Rysunek 57, Rysunek 58, Tabela 46).



Rysunek 57. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 69



Rysunek 58. Schemat przepływu wód podziemnych w JCWPd nr 69. Źródło: PSH

Tabela 46. Charakterystyka nr JCWPd nr 69

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
3 696	Odra	(Q)(1-2), (TrPI), M(2-3), (TrOI)–TZ	Ken, Tr, Q	Q	69	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	SLABY	DOBRY	DOBRY DW

Do oceny stanu chemicznego JCWPD nr 69, wg danych z 2015 r. wykorzystano informacje uzyskane z opróbowania 10 punktów. Poza punktem nr 345, wszystkie pozostałe ujmują wody pierwszego poziomu wodonośnego, a głębokość do stropu warstwy wodonośnej wynosi od 1,5 do 19,0 m. Punkt nr 345 ujmuje wody drugiego kompleksu wodonośnego i zafiltrowany jest w warstwie paleogeńsko-neogeńskiej, a głębokość do stropu warstwy wodonośnej wynosi 12,65 m (Tabela 47).

W sześciu punktach ujmujących pierwszy kompleks wodonośny odnotowano przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych. W punktach nr 1737 i 1860 przekroczenie dotyczy wartości stężeń Fe i Mn. Zestaw wskaźników, a także analiza profili geologicznych, wskazuje, że ich pochodzenie jest geogeniczne. W punktach o numerach 343, 642, 1857 i 1862, odnotowano przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych dla takich wskaźników jak Ni, SO₄ i pH. Odnotowane stężenia niklu wynoszą 0,0384 (punkt 343) i 0,0353 (punkt 642) mg Ni/l. Punkty zlokalizowane są w obszarze Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego, dlatego też wyższe stężenia niklu, mogą mieć związek z występowaniem w tym rejonie złóż miedzi. Najwyższe stężenia niklu w wodach podziemnych, sięgające kilku mg/l, są obserwowane w wodach pochodzących ze stref występowania złóż metali kolorowych. Pierwiastek ten, może być więc traktowany jako wskaźnik występowania złóż, przy czym aureole wzbogacenia wód podziemnych mogą sięgać 400 m, maksymalnie do 900 m od złoża (za A. M. Owczynnika, 1970; Macioszczyk, Dobrzyński, 2002). Jednym z czynników wpływających na stężenia Ni w wodach podziemnych jest odczyn pH (<7 w analizowanych punktach) a także zanieczyszczenie odpadami przemysłowymi. Szacowany zasięg zanieczyszczenia wód w pierwszym kompleksie, obliczony dla punktów 343, 642, 1857 i 1862, wynosi 14,84% powierzchni JCWPD nr 69.

Próbka wody z punktu 345, ujmującego wody drugiego kompleksu wodonośnego, została zaklasyfikowana do III klasy jakości. W punkcie 345 wartości stężeń PO₄ przekraczają 75% wartości progowej dobrego stanu wód podziemnych. Jest to studnia wykuta w bazalcie i zlokalizowana na terenie miejscowości Słup, wydaje się, że jest to zanieczyszczenie lokalne. Wartości stężeń żadnego z pozostałych wskaźników nie przekraczają 75% wartości progowej, Stan kompleksu drugiego można określić jako dobry.

Opróbowanie 10 punktów sprawia, że ocena stanu analizowanej jednostki jest dostatecznej wiarygodności. Brak znaczących przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego w granicach JCWPd nr 69 pozwala stwierdzić, że jej stan chemiczny określa się jako dobry. Nie mniej jednak, ze względu na zidentyfikowaną presję rolniczą (OSN nr 2 w zlewni rzek Cicha Woda i Wierzbak), a także ze względu na znaczący wzrost stężeń niklu i siarczanów (punkt monitoringu chemicznego nr 343 ujmującym wody przeznaczone do spożycia przez ludzi) jednostka ta powinna być objęta monitoringiem operacyjnym w szerszym zakresie, jak to miało miejsce w latach poprzednich.

Tabela 47. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 69

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonosnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonosnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonosny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonosnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
1493	1,5	14,5–18,5	Q	1	II			DOBRY	DOBRY DW
1870	4,3	13,1–15,6	Q	1	III				
642	5,11	5,5–6,5	Q	1	IV	SO ₄			
1860	5,9	16,0–20,0	Q	1	IV		Fe, Mn		
1737	6,0	6,2–7,7	Q	1	IV		Fe		
1857	6,7	11,1–14,2	Q	1	IV	pH, Ni			
1854	11,7	14,4–17,4	Q	1	II				
1862	12,0	12,3–14,3	Q	1	III	pH			
343	19,0	30,0–46,0	NgM	1	IV	Ni		DOBRY	
345	12,65	12,65–15,2	Pg+Ng	2	III				

Jednolita część wód podziemnych nr 73

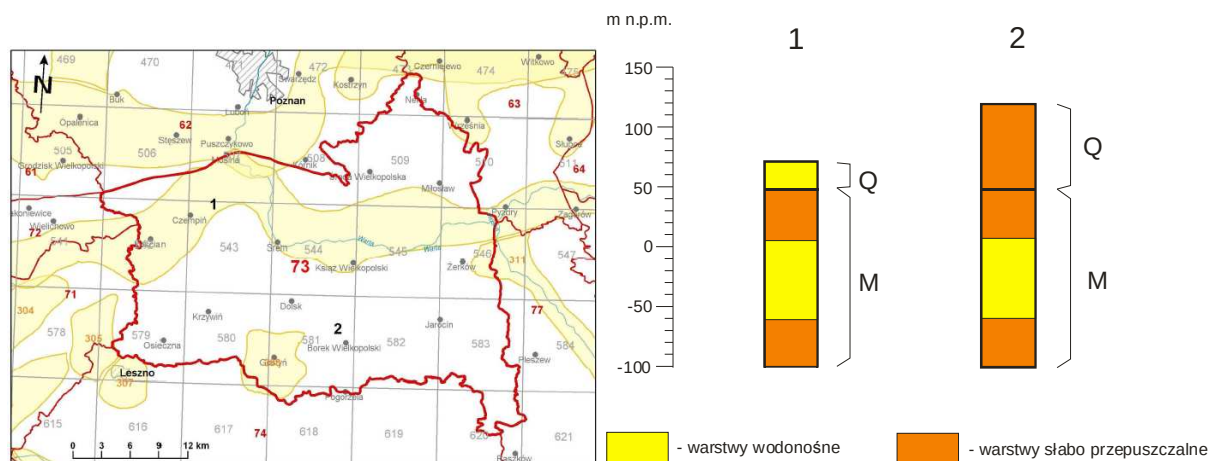
Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 73 znajduje się w regionie Warty. Zajmuje powierzchnię 3580,83 km². Na jej obszarze stwierdzono jedynie dwa poziomy wodonosne, czwartorzędowy i mioceński (Tabela 48, Rysunek 59).

W utworach czwartorzędowych poziom gruntowy związany jest głównie z osadami wodonosnymi złożonymi w pradolinie warszawsko-berlińskiej i w dolinach jej towarzyszących. Poziom ten budują głównie piaski i żwiry rzeczne o miąższości niekiedy ponad 30 m, najczęściej 8–20 m. Zwierciadło wód podziemnych z reguły ma charakter swobodny i tylko lokalnie poziom ten występuje jako warstwa bezciśnieniowa (pod cienką pokrywą glin) lub o ciśnieniu subartezyjskim. Wahania zwierciadła wód podziemnych w obrębie pradoliny wykazują wyraźny związek z przebiegiem stanów wód Warty, obserwuje się także wahania związane z przemiennością lat suchych i mokrych. Warstwa wodonosna poziomu czwartorzędowego jest najbardziej eksploatowanym poziomem w obrębie omawianej JCWPd. Zasilanie tego poziomu odbywa się głównie poprzez bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych co powoduje, że stopień wrażliwości tego poziomu na zanieczyszczenia powierzchniowe jest wysoki. Przepływ wód podziemnych zachodzi w kierunku głównych rzek regionu stanowiących bazy drenażowe.

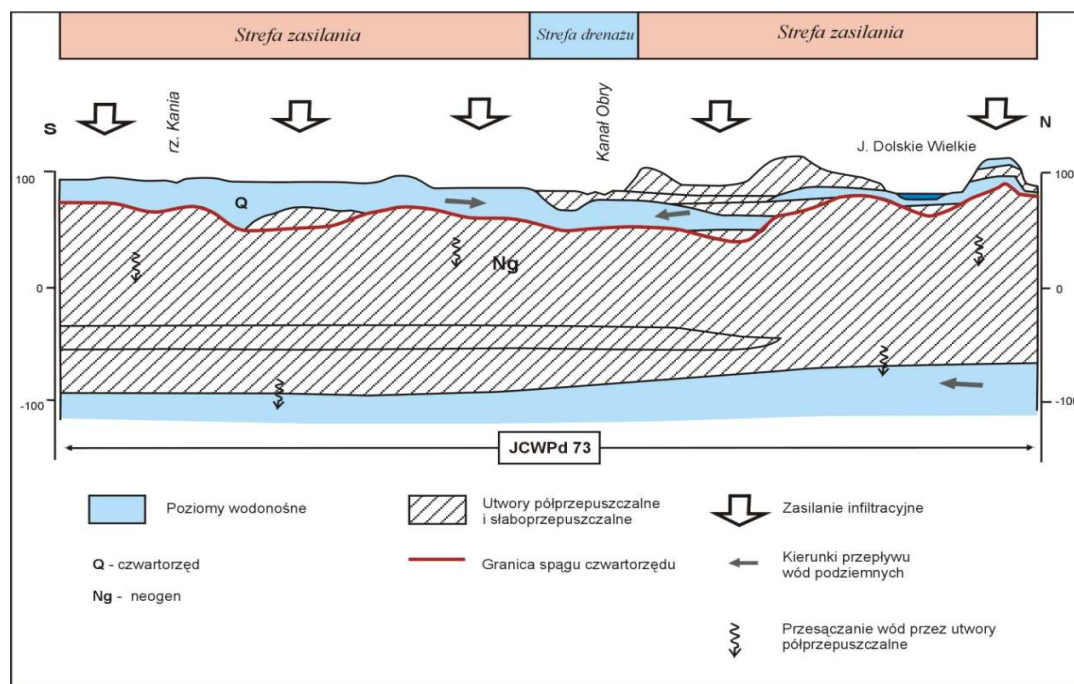
Na obszarze JCWPd 73 wyodrębniono 4 zbiorniki GZWP, wszystkie w utworach czwartorzędowych (144Qk, 150Qp, 308Qm i 311Qdk).

Zalegający głębiej poziom mioceński stanowiący fragment wielkopolskiego zbiornika wód paleogeńsko-neogeńskich występuje na całym obszarze JCWPd 73 i jest izolowany od góry warstwą ilów mioceńskich i glin zwałowych zmiennej miąższości. Nie stwierdzono kontaktów hydraulicznych pomiędzy czwartorzędowym i mioceńskim poziomem wodonosnym na całej powierzchni JCWPd. Generalnie poziom mioceński posiada tu charakter jednowarstwowy, lokalnie rozdzielony jest węglami brunatnymi lub soczewkami mulastymi i ilastymi. Głębokość jego występowania mieści się w przedziale 100–150 m, jedynie w okolicy Nowego Miasta n. Wartą na

głębokości 80 m. Tworzą go piaski drobnoziarniste i pylaste, lokalnie średnioziarniste. Miąższość warstw piaszczystych wynosi od 20,0 do 40,0 m, najczęściej 20,0 m, lokalnie 10,0–20,0 m. Wody poziomu mioceńskiego charakteryzują się ciśnieniem subartezyjskim, w dolinie Warty – artezyjskim. Strefa występowania samowypływów ciągnie się równoleżnikowo wzdłuż doliny Warty. Jej szerokość wynosi około 2–3 km. Zwierciadło wody stabilizuje się, w zależności od położenia otworu, od 2,8 do 8,9 m powyżej powierzchni terenu, a na terasie zalewowej Warty nawet 13,0 m ponad powierzchnią terenu. Regionalną bazą drenażu tego poziomu jest dolina Warty (Rysunek 60).



Rysunek 59. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 73



Rysunek 60. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 73. Źródło: PSH

Tabela 48. Charakterystyka JCWPd nr 73

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
3 580,83	Odra	(Q), M	Q, M	Q	89	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	SŁABY DW

Do oceny stanu chemicznego wg danych z 2015 r. wykorzystano informacje z 20 punktów pomiarowych. Wody pierwszego kompleksu wodonośnego reprezentowane są przez 17 punktów o głębokości do stropu warstwy wodonośnej od 0,8 do 68,6 m p.p.t. Pozostałe trzy punkty reprezentują wody drugiego kompleksu wodonośnego z głębokością do stropu warstwy wodonośnej od 35,5 do 247,5 m p.p.t.

Jakość wód w punktach czwartorzędowych (pierwszy kompleks wodonośny) kształtuje się w zakresie od II do V klasy jakości. Piąta klasa jakości została stwierdzona ze względu na stężenia K, a IV ze względu na stężenia K, SO₄, NO₃, Fe i Mn. Są to punkty ze stosunkowo płytko zalegającą warstwą wodonośną, a podwyższone wartości stężeń wskaźników takich jak K, SO₄ i NO₃ mogą wskazywać na prawdopodobnie antropogeniczną przyczynę zanieczyszczenia wód w tym poziomie (Tabela 49). W dziesięciu punktach pomiarowych odnotowano przekroczenie 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego w przypadku następujących wskaźników: Ca, SO₄, Mn, NO₃, Fe, HCO₃, NH₄, K. Wartości stężeń K, SO₄ i Ca w punkcie 2603 w poprzednich opróbowaniach kształtowały się na podobnym poziomie i mogą mieć związek ze zidentyfikowaną w granicach JCWPd nr 73 presją rolniczą (OSN nr 14 w zlewni Lutynii, OSN nr 15 w zlewni Olszyny, Racockiego Rowu i Żydowskiego Rowu, OSN nr 16 w zlewni Kanału Mosińskiego i Kanału Książ i niewielki fragment OSN nr 8 w zlewni Giszki, Lipówki, Ołoboku i Trzemnej (Ciemnej)). Obliczony zasięg zanieczyszczenia dla punktów 1481, 1495 i 2603, w których odnotowano przekroczenie wartości progowej dobrego stanu i ujmujących pierwszy kompleks wodonośny, wynosi 18,26% całej JCWPd nr 73, dlatego stan chemiczny tego kompleksu określono jako dobry.

W punktach zafiltrowanych w drugim kompleksie wodonośnym wyznaczono odpowiednio II, III i IV klasę jakości. Wartości stężeń w zakresie IV klasy dotyczą sodu, są charakterystyczne dla punktu nr 66 i mają genezę geogeniczną. Potwierdza to analiza profilu geologicznego tego punktu, z której wynika, że nad ujmowaną warstwą wodonośną występują mułki, ropy, węgiel brunatny i zlepińce. Oszacowany zasięg przekroczeń TV wynosi zaledwie 0,67%. Głównym źródłem sodu w naturalnych słodkich wodach podziemnych jest ługowanie go ze skał głównie w procesie wietrzenia skał, a dla wód krążących w skałach morskiego pochodzenia także desorpcja sodu zaadsorbowanego na minerałach ilastych. Wysokie stężenia, rzędu kilkudziesięciu do około 150 g/L występują w głębinowych wodach podziemnych, będących kopalnymi wodami sedymentacyjnymi lub zmineralizowanymi w procesie ługowania soli kamiennej i innych ewaporatów (Witczak, Kania, Kmiecik, 2013).

W związku z tym, że stan chemiczny wód obu ujmowanych kompleksów wodonośnych określono jako dobry, a szacowany zasięg zanieczyszczenia, nie przekracza 20% powierzchni JCWPd nr 73, jej stan, według danych z 2015 r., określono jako dobry dostatecznej wiarygodności. Wydaje się, że w porównaniu z 2014 r., presja rolnicza ma nieco mniejszy wpływ na jakość wód podziemnych w analizowanej jednostce. Istotnym problemem jednostki jest także wpływ aglomeracji poznańskiej na zasoby wód podziemnych oraz nadmierne rozdysponowanie zasobów. JCWPd nr 73 powinna być nadal objęta monitoringiem operacyjnym.

Tabela 49. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 73

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
1481	0,8	7,0–11,0	Q	1	V	NO ₃	K	DOBRY	DOBRY DW
1482	1,2	5,4–9,4	Q	1	III				
2613	1,5	5,5–10,5	Q	1	III				
496	1,99	10,0–15,0	Q	1	III				
1852	2,13	5,5–10,0	Q	1	II				
2203	2,7	6,0–8,0	Q	1	III				
2607	2,7	21,0–28,0	Q	1	IV	Fe	Mn		
1495	3,1	7,0–9,0	Q	1	IV	SO ₄			
1959	3,3	13,5–20,5	Q	1	II				
2608	5,9	17,0–22,7	Q	1	III				

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonosnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonosnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonosny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonosnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
2618	7,0	14,0–25,0	Q	1	III				
2617	8,1	22,1–34,5	Q	1	III				
2609	8,82	37,0–52,0	Q	1	III				
2603	11,5	15,5–21,0	Q	1	IV	K, SO ₄			
2588	27,0	28,0–38,0	Q	1	III				
2605	53,0	56,8–77,0	Q	1	III	Fe			
2611	68,6	72,5–86,0	Q	1	III				
2620	35,5	37,0–47,0	Q	2	III			DOBRY	
1909	112,0	123,0–138,0	Pg+Ng	2	II				
66	247,5	253,0–268,0	PgOI	2	IV	Na			

Jednolita część wód podziemnych nr 74

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 74 znajduje się w regionie Środkowej Odry. Powierzchnia jednostki wynosi 4320,24 km². Na jej obszarze poziomy wodonosne występują w utworach czwartorzędowych i mioceńskich (Tabela 50).

Czwartorzędowe piętro wodonosne zbudowane jest z plejstocenijskich osadów wodnolodowcowych, rzadziej lodowcowych, zlodowacenia południowopolskiego i środkowopolskiego. Osady piaszczysto-żwirowe tworzą jedną, dwie lub sporadycznie trzy warstwy wodonosne, słabo izolowane od powierzchni terenu (serią gliniasto-pylastą o miąższości 8–48 m) lub rzadziej pozbawione są izolacji. Warstwy piaszczyste występują na zróżnicowanych głębokościach od 0 do 55 m. Zwierciadło wody płytko zalegającej warstwy ma charakter swobodny, a głębszych – charakter subartezyjski. Swobodne zwierciadło wody zalega na głębokości 0,5–24 m. Napięte zwierciadło wody stabilizuje się na głębokościach 0,5–22 m (Rysunek 61).

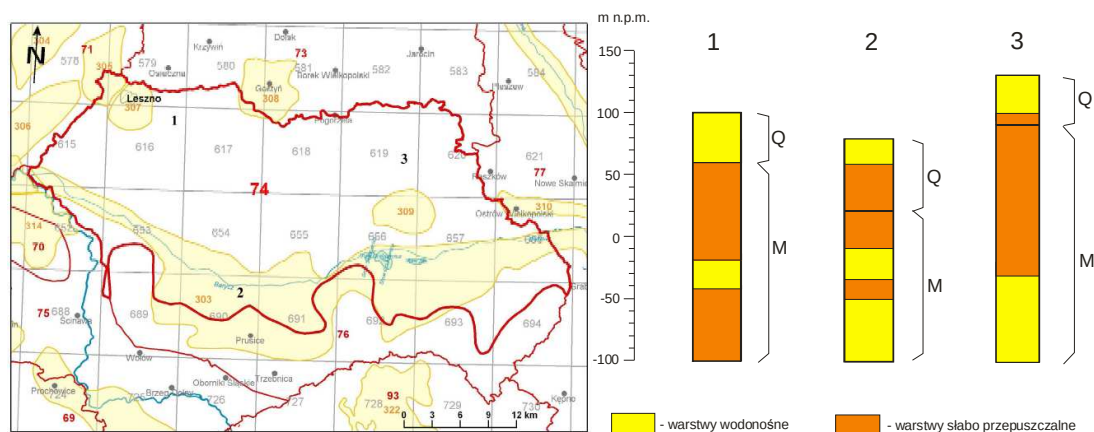
Zasilanie piętra czwartorzędowego, będącego głównym poziomem użytkowym, odbywa się poprzez bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych w osady piaszczysto-żwirowe lub poprzez przesiekanie przez nakład utworów półprzepuszczalnych. Dolina Baryczy zasilana jest dodatkowo wodami spływającymi ze Wzgórz Trzebnickich, otaczających ją od południa i zachodu. Odpływ wód podziemnych wymuszony jest drenującym charakterem Baryczy i Orli. Następuje on z północy i północnego wschodu w kierunku południowym, ku rzece.

W utworach czwartorzędowych omawianego obszaru wyznaczono 5 GZWP o symbolach: 303Qp, 305Qm, 307Qs, 308Qm i 309Qm.

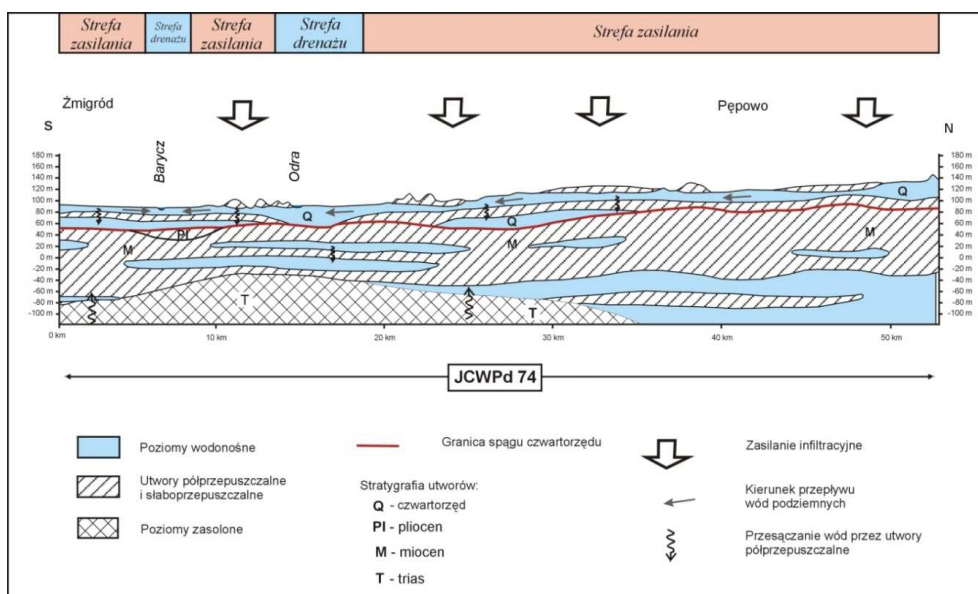
Mioceński poziom wodonosny charakteryzuje się ciągłym rozprzestrzenieniem i zmienną miąższością. W części północnej JCWPd, w zasięgu występowania wielkopolskiego zbiornika paleogeńsko-neogeńskiego, piaszczyste i piaszczysto-pylaste osady miocenu występują na głębokości 130–170 m i są dobrze izolowane od powierzchni terenu miąższą serią ilów i glin. Jest to południowy, brzeżny fragment tego zbiornika, charakteryzujący się niską odnawialnością zasobów. Poziom zasilany jest od góry w wyniku przesiekania wód przez półprzepuszczalne osady nakładu oraz prawdopodobnie od dołu poprzez ascenzję wód z poziomów podkonozoicznych. Przepływ wód podziemnych odbywa się ze wschodu na zachód i północny zachód. Wody podziemne występują tu pod ciśnieniem subartezyjskim. Zwierciadło wody stabilizuje się na głębokościach 3–21 m (Rysunek 62).

W części południowej JCWPd, na obszarze występowania monokliny przedsudeckiej, piaszczyste utwory miocenu, często dwudzielne, występują na głębokości 70–90 m a ich miąższość zazwyczaj nie przekracza 20 m. Są one również dobrze izolowane od powierzchni.

Na znacznych obszarach JCWPd wody występujące w utworach miocenu wykazują wysokie zabarwienie o charakterze geogenicznym.



Rysunek 61. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 74



Rysunek 62. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 74. Źródło: PSH

Tabela 50. Charakterystyka JCWPd nr 74

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
4 320,21	Odra	Q, M ₁₋₂	Q, M ₁₋₂	Q	89	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY DW

W 2015 r., w ramach monitoringu operacyjnego na obszarze JCWPd nr 74 opróbowano 23 punkty pomiarowe. Wszystkie punkty ujmują wody pierwszego kompleksu wodonośnej o głębokości do stropu warstwy wodonośnej od 2 do 57 m (pierwszy kompleks wodonośny; Tabela 51). Swobodne zwierciadło wody jest charakterystyczne dla punktów, w których strop zalega na głębokości do ok. 15 m. W głębszych osadach woda występuje pod ciśnieniem. Ponad 40% obszaru analizowanej jednostki stanowią obszary ze zidentyfikowaną presją rolniczą – OSN nr 1 w zlewni rzeki Orla, OSN nr 5 w zlewni rzeki Rów Polski, OSN nr 6 w zlewni rzek Czarna Woda i Kuroch, niewielki fragment OSN nr 8 w zlewni Giszki, Lipówki, Ołoboku i Trzemnej (Ciemnej).

W większości punktów określono II i III klasę jakości, w czterech – IV klasę jakości a w jednym V (Tabela 51). Przyczyny przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego mają prawdopodobnie podłoże antropogeniczne. Szczególną uwagę należy zwrócić na punkty nr 1494 i 2637, w których odnotowano stężenia uranu przekraczające wartość progową dobrego stanu chemicznego wód podziemnych. W punkcie nr 1494,

wartość TV została przekroczona także w przypadku: HCO_3 , NO_2 , B, TOC, K, PEW, Zn, Mn, Ca, Cl, Ni. W związku z tym, że jest to obszar ze zidentyfikowaną presją rolniczą podwyższone stężenia uranu mogą wynikać z intensywnego stosowania nawozów fosforanowych. Odnotowane w punkcie 2648 wartości stężeń arsenu w zakresie IV klasy jakości utrzymują się od kiedy rozpoczęto monitoring w 2007 r. Punkt ten zlokalizowany jest w rejonie silnej presji rolniczej pochodzenie arsenu w wodach podziemnych może być antropogeniczne. W punktach 1468, 1494, 1962, 2626, 2639, 2641, 2648, 2649, 2650 i 2707 stwierdzono przekroczenie 75% wartości progowej stanu dobrego w przypadku następujących wskaźników: Fe, HCO_3 , Ca, NO_3 , NH_4 , SO_4 , As, TOC.

Szacowany zasięg przekroczeń wartości progowych wskaźników z punktów 1494, 1962, 2648 i 2637, liczony jako stosunek jednostek hydrogeologicznych MhP do powierzchni całej JCWPd, których pochodzenie jest prawdopodobnie antropogeniczne, stanowi 14,12% powierzchni JCWPd nr 74. Są to jednak przekroczenia o charakterze punktowym, rozproszone po całej JCWPd, dlatego też stan wód pierwszego kompleksu, a jednocześnie całej JCWPd nr 74, określa się jako dobry dostatecznej wiarygodności. Podwyższenia wartości stężeń niektórych wskaźników sugerują oddziaływanie presji antropogenicznej na wody podziemne jednostki, wskazując to na konieczność kontynuacji monitoringu operacyjnego w obrębie jednostki.

Tabela 51. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 74

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonosnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonosnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonosny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonosnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
2630	19,1	b.d.	Q	1	III			DOBRY	DOBRY DW
2635	49,0	b.d.	Q	1	III				
1494	2,0	11,7–13,7	Q	1	V	U, HCO_3 , NO_2 , B, TOC	K, Zn, PEW, Mn, Ca, Cl, Ni		
1962	2,0	9,0–12,0	Q	1	IV	Fe, SO_4 , Ca	Mn		
2631	2,6	20,0–30,0	Q	1	III				
2652	4,2	9,0–16,5	Q	1	II				
1960	5,9	16,0–20,0	Q	1	III				
1468	6,0	7,0–10,0	Q	1	III				
2622	6,0	43,4–60,0	Q	1	III				
2641	9,0	22,0–37,0	Q	1	III				
2707	9,0	14,0–20,0	Q	1	IV		NH_4 , Fe		
2647	11,0	11,0–17,0	Q	1	II				
2644	13,0	43,0–53,0	Q	1	II				
2633	13,3	49,0–65,0	Q	1	II				
2626	15,0	23,0–37,0	Q	1	II				
2648	15,6	20,5–25,5	Q	1	IV	HCO_3 , As			
2637	24,0	24,4–33,5	Q	1	IV	U			
2649	30,0	30,0–41,2	Q	1	III	Fe			
2639	35,0	35,0–42,5	Pg+Ng	1	III				
2634	36,0	38,0–45,5	Q	1	III				
463	44,0	44,3–55,3	Q	1	III				
2650	51,0	53,0–75,0	Q	1	II				
2628	57,0	57,0–61,0	Q	1	II				

Jednolita część wód podziemnych nr 85

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 85 znajduje się na obszarze regionu Środkowej Wisły. Jest to duża jednostka o powierzchni 4.070,2 km² (Rysunek 63, Tabela 52). W obrębie jednostki znajdują się fragmenty czterech Głównych Zbiorników Wód Podziemnych – nr 223 – Zbiornik międzymorenowy (czwartorzędowy), nr 224 – subzbiornik Podlasie (paleogeńsko-neogeński), nr 214 – subniecka warszawska (paleogeńsko-neogeński), oraz nr 407 niecka lubelska (górnokredowy).

Użytkowe znaczenie mają tu poziomy: czwartorzędowy, paleogeńsko-neogeński, kredowy i jurajski. Rozpoznanie głębiej występujących warstw jest znikome. Nie można wykluczyć, iż lokalnie występują w nich wody słodkie, lecz brak danych potwierdzających ten fakt (Rysunek 63). Na podstawie rozpoznania regionalnego zakłada się, że w północnej części jednostki głębokość występowania wód słodkich osiąga co najmniej 500 m, a w południowej sięga 1 000 m.

Czwartorzędowe piętro wodonośne charakteryzuje się wielowarstwową i bardzo urozmaiconą strukturą, co wynika z historii geologicznej tego obszaru. Warstwy wodonośne występują nieciągłe i mają zmienne miąższości. W piętrze tym można wyróżnić trzy główne poziomy wodonośne: przypowierzchniowy, międzymorenowy i spagowy występujący jedynie w głębokich dolinach kopalnych. Poziom przypowierzchniowy, występujący zazwyczaj na głębokości kilku metrów budują piaski i żwiry dolin rzecznych oraz na wysoczyznach piaski sandrowe zalegające na glinach zwałowych. Jego zwierciadło ma charakter swobodny, miąższość jest bardzo zmienna od 2 m na wysoczyznach do 63 w dolinach rzecznych (Bug). Poziom jest praktycznie nieizolowany od powierzchni terenu, co umożliwia jego infiltracyjne zasilanie. Wody podziemne są drenowane przez rzeki. System krążenia wód podziemnych poziomu przypowierzchniowego ma charakter lokalny. Poziom międzymorenowy budują głównie osady fluwioglacjalne zlodowaceń środkowopolskich o zmiennej miąższości wynoszącej maksymalnie 57 m (średnio 10–20 m). Zwierciadło wody ma generalnie charakter naporowy. Poziom ten został stwierdzony na przeważającej części jednostki, choć występuje nieciągłe. Lokalnie jest zbudowany z dwóch lub więcej warstw pozostających w ścisłym kontakcie hydraulicznym, a rozdzielonych cienkimi i nieciągłymi wkładkami glin zwałowych. Trzeci z poziomów wodonośnych piętra czwartorzędowego występuje jedynie lokalnie głęboko wciętych w starsze podłoże dolin kopalnych. Budują go osady sedimentujące w czasie zlodowaceń Sanu i Nidy. Jego zwierciadło ma charakter naporowy. Poziom izolują od powierzchni terenu miąższe pakiety glin zwałowych i/lub trudno przepuszczalne osady zastoiskowe. Lokalnie wgłębne poziomy wodonośne pełnią rolę głównego użytkowego poziomu wodonośnego. Są zasilany przez przesączanie wód z powierzchni terenu lub z poziomów wyżej leżących, przez utwory trudno przepuszczalne oraz przez okna hydrogeologiczne z sąsiednich warstw wodonośnych. Poziomy drenują główne cieki powierzchniowe, o głęboko wciętych dolinach – Bug, Krzna, Hanna, Włodawka. Utwory wodonośne piętra czwartorzędowego znajdują się lokalnie w bezpośrednim kontakcie ze poziomem kredowy lub paleogeńsko-neogeńskim, tworząc jedną wspólną warstwę wodonośną.

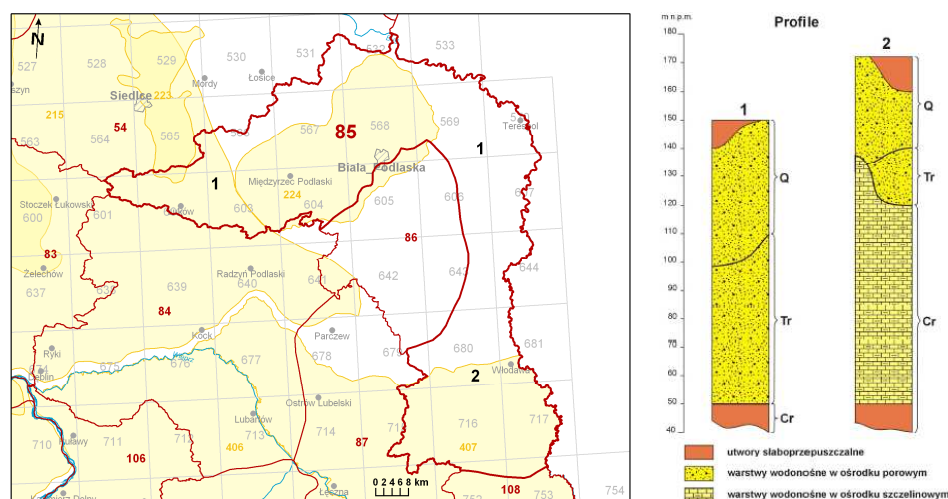
Paleogeńsko-neogeńskie piętro wodonośne jest zbudowane głównie z eoceńsko-oligocenich piasków z glaukonitem, piasków przewarstwionych ilami, mułkami i mułkami piaszczystymi oraz miocenich piasków, piasków pylastych, ilów i mułków z wkładkami węgla brunatnego. Warstwy wodonośne zbudowane z tych utworów są w bezpośrednim kontakcie hydraulicznym, zatem zazwyczaj obydwie te poziomy rozpatruje się łącznie. Piaski miocenu posiadają gorsze parametry hydrogeologiczne warstwy wodonośnej oraz lokalne zabarwienie wód związkami organicznymi pochodzącymi z węgla brunatnego. Zwierciadło tego porowego poziomu jest generalnie naporowe, chociaż lokalnie utwory paleogeńsko-neogeńskie odsłaniają się na powierzchni terenu i zwierciadło ma charakter swobodny. Poziom ten ma charakter nieciągły. Miąższości warstw wodonośnych są zmienne osiągając maksymalnie 70 m.

Kredowe piętro wodonośne jest zbudowane z górnokredowych osadów węglanowych: margli, margli piaszczystych, wapieni marglistych, wapieni, kredy piszącej. Jest to poziom o charakterze szczelinowym, zwierciadło naporowym. W stropie piętra występuje warstwa zwietrzeli o charakterze słabo przepuszczalnym. Wodoprzepuszczalność wodonośca jest uzależniona od jego spękania. W stropowej części kompleksu na sieć spękań tektonicznych nakładają się spękania wietrzeniowe, ułatwiające przepływ wód podziemnych. Wraz ze wzrostem głębokości szczeliny są stopniowo zaciskane przez ciśnienie górotworu. Przeprowadzone badania wykazały, iż spąg strefy aktywnej wymiany wód znajduje się na głębokości 100–150 m, zaś skały występujące

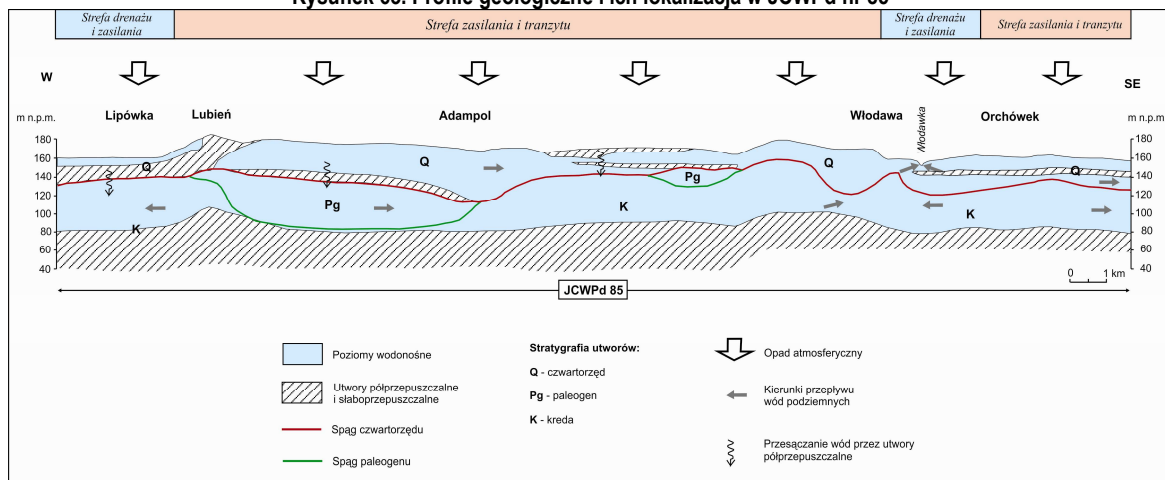
głębiej niż 200 m są praktycznie nieprzepuszczalne. Głębokość występowania spągu strefy aktywnej wymiany jest uwarunkowana właściwościami mechanicznymi skał. W twardych marglach, wapieniach jest ona większa niż w miękkich marglach czy kredzie piaszczącej. Lokalnie spąg strefy aktywnej wymiany może występować głębiej. Ma to miejsce w strefach dyslokacji, gdzie przepływ wód podziemnych licznymi szczelinami jest ułatwiony. Poziom kredowy występuje na powierzchni całej jednostki. Jednakże w strefach, gdzie wodonosiec jest zbudowany z kredy piaszczącej lub miękkich margli oraz jego strop zalega głębiej niż 80–100 m, poziom kredowy traci znaczenie użytkowe ze względu na pogorszenie właściwości hydrogeologicznych.

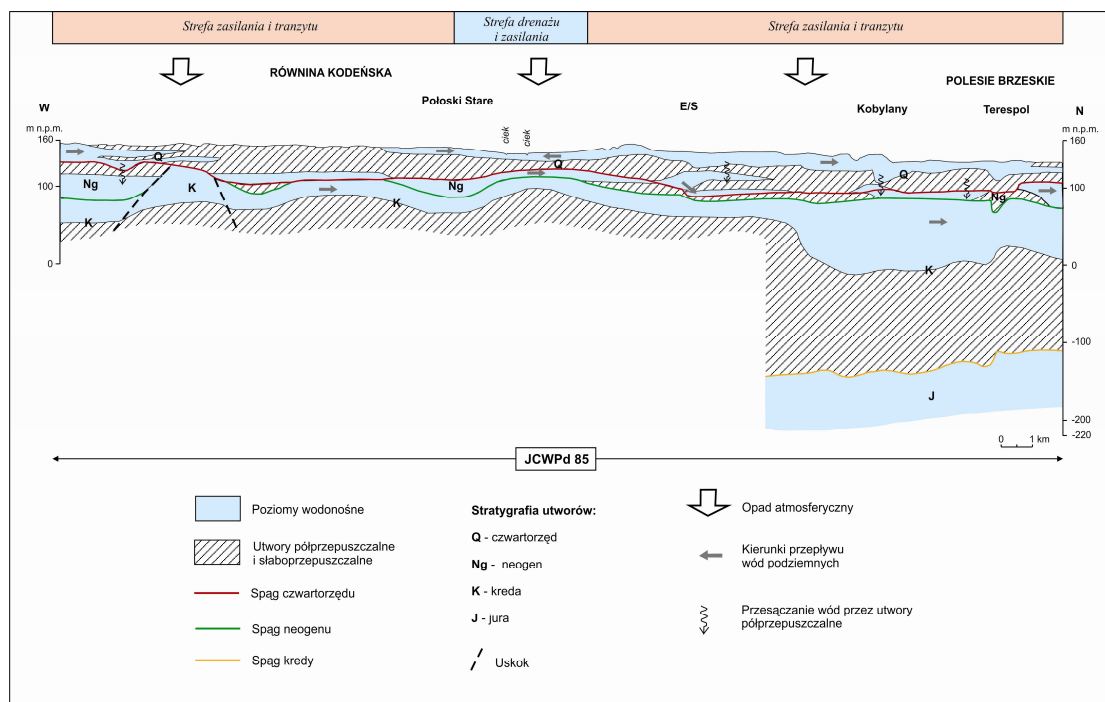
Poziomy paleogeński-neogeński oraz kredowy są zasilane na zasadzie przesączania z nadległych warstw wodonośnych. Drenowane natomiast przez główne ciekі występujące na terenie jednostki (Rysunek 64).

Jurajskie piętro wodonośne zostało rozpoznane i jest wykorzystywane lokalnie w północno-wschodniej części jednostki. Występuje tam na głębokości ok. 250–400 m. miąższość warstwy wodonośnej nie przekracza 80 m. Rozpoznanie hydrogeologiczne tego poziomu jest niewielkie. Piętro jurajskie wchodzi w skład głębokiego systemu krążenia, całkowicie izolowanego na terenie jednostki od pięter kenozoicznych oraz piętra kredowego. Słabo rozpoznane są obszary alimentacji i drenażu wód tego systemu. Przypuszczalnie zasilanie następuje po stronie białoruskiej poprzez wyżej zalegające warstwy wodonośne. Poziom jurajski wchodzi w skład głębokiego systemu krążenia, całkowicie izolowanego na terenie jednostki od pięter kenozoicznych oraz piętra kredowego. Słabo rozpoznane są obszary alimentacji i drenażu wód tego systemu. Przypuszczalnie zasilanie następuje po stronie białoruskiej poprzez wyżej zalegające warstwy wodonośne. Natomiast wody prawdopodobnie odpływają zgodnie z kierunkiem zapadania warstw do centrum bruzdy środkowopolskiej.



Rysunek 63. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 85





Rysunek 64. Schematy przepływu wód podziemnych w obrębie JCWPd nr 85

Tabela 52. Charakterystyka nr JCWPd nr 85

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
4070,23	Wisły	Q – (Tr), (Cr)	Mez, Ken, Tr, Q	Tr	50	DOBRY	DOBRY	brak oceny	DOBRY	SLABY	DOBRY	DOBRY DW

Ocenę stanu JCWPd nr 85 za rok 2015, przeprowadzono na podstawie danych z 17 punktów pomiarowych. Sześć punktów ujmuje wody pierwszego kompleksu wodonośnego, a pozostałe 11 punktów wody drugiego kompleksu wodonośnego (Tabela 53).

Przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych, odnotowano w punktach 829, 1164 i 1168, ujmujących pierwszy kompleks wodonośny. Analiza wcześniejszych wartości stężeń arsenu w punkcie 1164 wykazała ich systematyczny wzrost. W 2015 r. stężenie arsenu przekroczyło wartość progową dobrego stanu chemicznego – w 2012–2015 mieściły się w zakresie IV klasy jakości. Jest to obszar zabudowy wiejskiej i stężenia te mogą być efektem presji rolniczej. Podobna przyczyna wystąpienia podwyższonych stężeń PO₄, NO₃, NO₂ i K może być w punktach 829 i 1168. Przypuszczalny zasięg zanieczyszczenia wynosi 10,09% powierzchni analizowanej JCWPd.

W przypadku punktów ujmujących wody drugiego kompleksu wodonośnego, przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego odnotowano jedynie w dwóch punktach i tylko w przypadku Fe i NH₄. Jest to prawdopodobnie zanieczyszczenie pochodzenia geogenicznego. Przekroczenie 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego odnotowano w punkcie 476 w przypadku NO₃ a w punkcie 1245 w przypadku TOC. W związku z powyższym, stan chemiczny tego kompleksu określono jako dobry.

Zgodnie z przyjętą metodyką, stan chemiczny JCWPd nr 85 wg danych z 2015 r. określa się jako dobry z dostateczną wiarygodnością. Jednak, ze względu na stwierdzony w 2012 r. negatywny wpływ na wody powierzchniowe, a także ze względu na odnotowywane przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego, szczególnie w wodach pierwszego kompleksu wodonośnego, jednostka ta powinna być objęta monitoringiem operacyjnym w kolejnych latach.

Tabela 53. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 85

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd	
						IV klasy jakości	V klasy jakości			
1140	1,0	9,5–15,5	Q	1	II			DOBRY	DOBRY DW	
1168	2,6	9,5–13,5	Q	1	V	TOC	HPO ₄ , K, NO ₂			
1928	2,7	26,0–45,0	K	1	II					
1164	3,3	15,0–19,0	Q	1	IV	As				
1368	4,2	9,3–13,0	Q	1	III	Fe				
829	4,7	4,0–5,0	Q	1	V	HPO ₄ , NO ₃	K			
827	28,5	b.d.	Pg+Ng	2	II			DOBRY		DOBRY DW
1199	6,3	19,7–27,0	K2	2	III					
1180	12,0	39,0–62,2	K	2	II					
1362	25,7	26,0–28,0	Q	2	II					
1366	26,0	37,1–43,1	K+Q	2	IV		NH ₄			
1245	34,0	34,3–38,8	Pg+Ng	2	II					
1646	38,0	39,0–46,0	Q	2	III	Fe				
1638	50,0	55,0–77,0	K	2	III					
1244	53,0	57,5–62,5	Q	2	II					
1829	64,0	100,6–112,6	Pg+Ng	2	II					
1365	92,3	92,8–101,7	K	2	II					

Jednolita część wód podziemnych nr 88

Charakterystyka hydrogeologiczna – JCWPd nr 88 znajduje się w regionie Środkowej Odry. Powierzchnia tego JCWPd wynosi około 554,67 km² (Rysunek 65, Tabela 54). Na jej obszarze stwierdzono 6 poziomów wodonośnych. W utworach czwartorzędu (wody porowe w utworach piaszczystych) występuje jeden do trzech poziomów wodonośnych (doliny kopalne). W piętrze mioceńsko-plioceńskim (wody porowe w utworach piaszczystych) stwierdzono do dwóch poziomów wodonośnych. W południowej części występują również wody szczelinowe w utworach skał krystalicznych. Na obszarze JCWPd wyznaczono jeden, czwartorzędowy, główny zbiornik wód podziemnych (GZWP nr 315).

Na opisywanym obszarze występują trzy piętra wodonośne o charakterze użytkowym: czwartorzędowe (Q), mioceńsko-plioceńskie (M) i kredowe (Cr), przeważają one przede wszystkim w północnej i środkowej części opisywanej jednostki. Na południu JCWPd nr 88 stosunkowo dużą powierzchnię zajmują obszary bez wyznaczonego piętra użytkowego, a poziomy użytkowe (czwartorzędowe i mioceńsko-plioceńskie) występują tutaj lokalnie.

Piętro czwartorzędowe, zlokalizowane w północnej części jednostki wykształcone jest w postaci piasków różnoziarnistych i żwirów. Zwierciadło wód ma tutaj charakter swobodny (jedynie lokalnie jest napięte) i występuje na głębokości od 2,0 do 15,0 m. Miąższość warstwy wodonośnej jest zróżnicowana, i wynosi od 5,0 do 49,5 m (średnio ok. 20 m), a w strefach rynien subglacialnych miąższość zwiększa się do ponad 60 m. Największe miąższości warstwy wodonośnej występują w osi doliny kopalnej pra-Nysy Łużyckiej oraz w rejonie Prędolic. Alimentacja wód podziemnych piętra czwartorzędowego następuje przez bezpośrednią infiltrację opadów oraz dopływ z obszaru sąsiednich zlewni hydrologicznych. Naturalny spływ wód podziemnych odbywa się z południa ku północy zgodnie z ogólnym nachyleniem obszaru. Stopień zagrożenia wód podziemnych w tym rejonie jest średni, wysoki lub bardzo wysoki. Wynika on ze słabej izolacji warstwy wodonośnej oraz z możliwości zagrożenia nadzwyczajnego (ze strony rzeki Nysy Łużyckiej lub ruchu tranzytowego na przejściu granicznym bądź innych tego typu zagrożeń).

Na południu JCWPd nr 88, wzdłuż zachodniej granicy jednostki czwartorzędowy poziom wodonośny został wyznaczony w obrębie osadów piaszczystych i piaszczysto-żwirowych tarasu zalewowego Nysy Łużyckiej oraz osadów wodnolodowcowych. Miąższości od 6,8 do 12,6 m, średnio ok. 10,0 m, nieizolowanych od

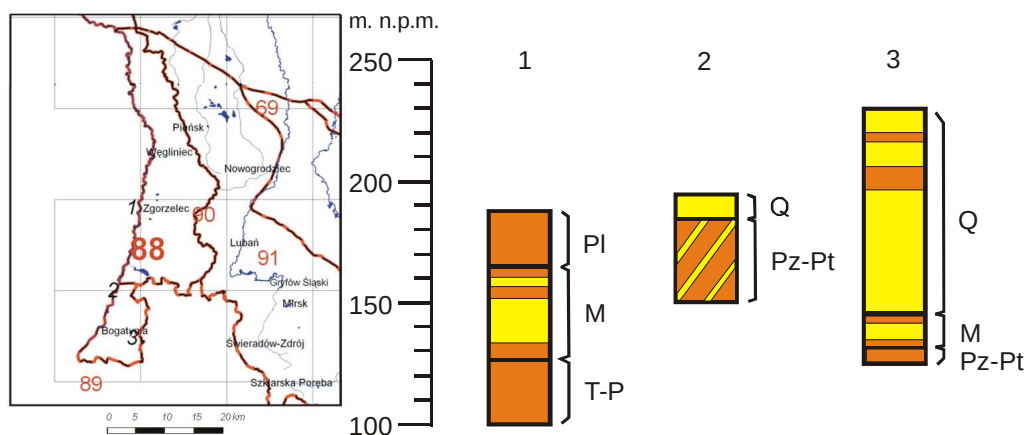
powierzchni terenu, tylko miejscami przykrywają je niewielkiej miąższości (około 1,0 m, maksymalnie do 7,0 m) mułki i gliny. Posiada zwierciadło swobodne lub lekko napięte na głębokości od 0,2 do 4,5 m p.p.t.

Także w południowej części jednostki znajduje się większy obszar, na którym główne horyzonty wodonośne stanowią czwartorzędowe, fluwioglacjalne i rzeczne utwory piaszczyste i żwirowe, wykształcone w postaci dwóch warstw wodonośnych: górnej i dolnej, które miejscami łączą się, tworząc jeden poziom wodonośny. Strop górnej warstwy wodonośnej zazwyczaj występuje na głębokości kilku, maksymalnie kilkunastu metrów, miejscami w dolinach rzecznych sięga powierzchni terenu. Dolna warstwa wodonośna zalega na głębokości od kilku do 27 m. W rejonie tym można wydzielić trzy obszary charakteryzujące się nieco innymi warunkami hydrogeologicznymi. Pierwszy wykształcony jest w postaci jednej warstwy sięgającej od powierzchni terenu do głębokości około 30 m. Posiada zwierciadło swobodne położone około 8,5 m p.p.t. w rejonie wyniesień morfologicznych i dochodzące do powierzchni w dolinie Czerwonej Wody. Jej miąższość wynosi od 7,2 do 11,3 m. Podstawę drenażu stanowi Czerwona Woda. Drugi obszar charakteryzuje się występowaniem dwóch warstw wodonośnych, miejscami rozdzielonych warstwą glin lub mułków o miąższości maksymalnej do 16,0 m. Górna warstwa wodonośna ma miąższość 7,5–24,0 m. Posiada zwierciadło swobodne, które stabilizuje się na głębokości 10,0 do 13,5 m p.p.t., a w dolinach rzek dochodzi do powierzchni terenu. Lokalnie jest ono napięte przez warstwę glin o miąższości do 8,0 m. Dolna warstwa wodonośna osiąga maksymalną miąższość ponad 50 m w rejonie Zawidowa, zazwyczaj wynosi ona około 30 m. Trzeci obszar można wydzielić wzdłuż doliny Czerwonej Wody w rejonie Radzimowa. Występuje tam jedna warstwa wodonośna, na głębokości od 6,8 do 27,0 m. Jest ona przykryta glinami zwałowymi. Zwierciadło napięte stabilizuje się na głębokości od 2,5 do 12,8 m p.p.t., a miąższość warstwy wynosi 5,4 do 16,5 m, lokalnie do 37,5 m.

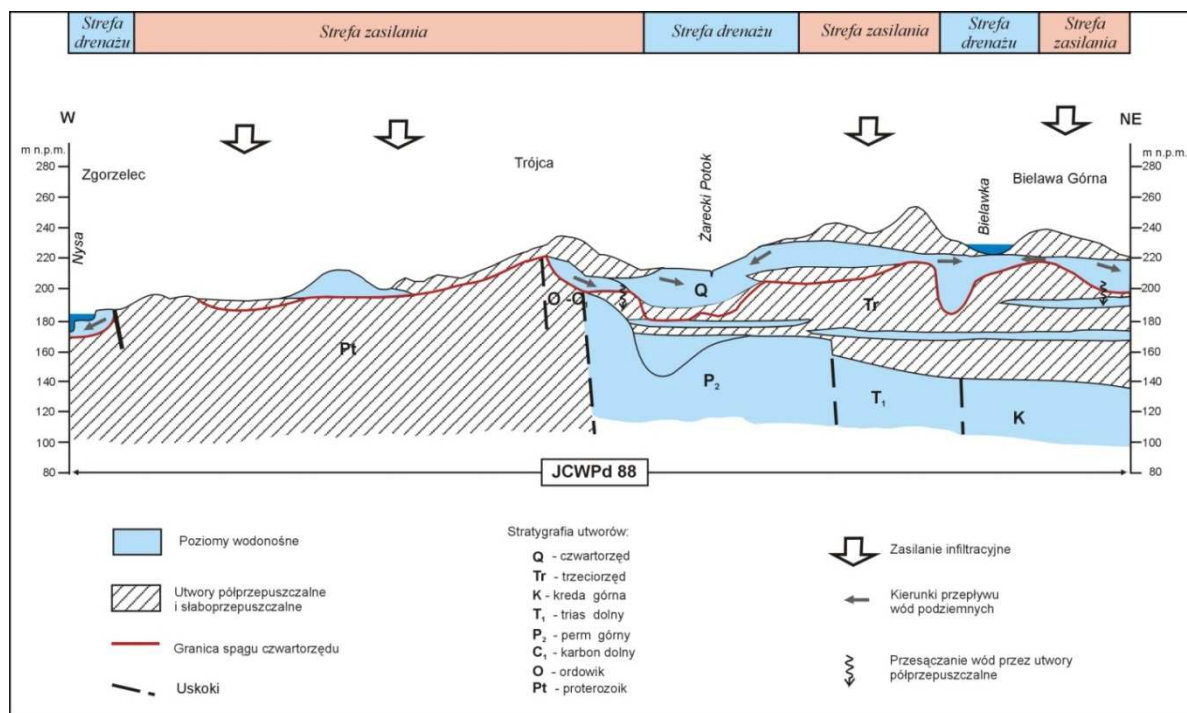
Piętro mioceńsko-plioceńskie przeważa w środkowej części JCWPd nr 88 a jego charakter jest subartezyjski. Zbudowane jest z piasków średnioziarnistych, występujących w formie warstw lub soczew o nieregularnym rozprzestrzenieniu, na głębokościach 7,9 do 62,3 m i jest dobrze izolowane od powierzchni terenu serią glin i iłów o miąższości 6 do 32,5 m. Miąższość warstwy wodonośnej tutaj również jest zróżnicowana przestrzennie i wynosi od 4 do 35 m (średnio 11–13 m). W części południowej mioceńsko-plioceński poziom wodonośny występuje lokalnie i uznawany jest za główny na niewielkim obszarze. Warstwa wodonośna zbudowana jest z piasków drobnoziarnistych, które są często zailone. Występują one na głębokości 13,0 do 15,7 m., ich miąższość waha się od 2,3 do 11,0 m, miejscami osiąga prawie 25,0 m. Zwierciadło jest napięte i stabilizuje się od 0,5 m nad poziomem terenu do głębokości 13,6 m p.p.t. Poziom ten odznacza się słabą izolacją i wysokim stopniem zagrożenia wód.

Poziom kredowy występuje lokalnie w środkowej części opisywanej jednostki. Warstwy wodonośne występują na głębokości 28–43 m i mają miąższość około 30 m. Jest on słabo i dobrze izolowany od powierzchni terenu utworami kenozoiku (Rysunek 65, Rysunek 66).

Obszary, na których nie wyznaczono użytkowego piętra wodonośnego, posiadają wody podziemne w strukturach hydrogeologicznych, niespełniających przyjętych kryteriów użytkowego piętra wodonośnego. Pełnią one jednak bardzo ważną rolę, stanowiąc obszary zasilania dla wyznaczonych jednostek hydrogeologicznych.



Rysunek 65. Profile geologiczne i ich lokalizacja JCWPd nr 88



Rysunek 66. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 88. Źródło: PSH

Tabela 54. Charakterystyka JCWPd nr 88

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
554,67	Odra	(Q ₍₁₋₃₎), (M ₍₁₋₂₎), (Pz-Pt)	Q	Q	89	DOBRY	SŁABY	SŁABY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY DW

W 2015 r. w granicach JCWPd nr 88 opróbowano 4 punkty pomiarowe. Trzy o głębokości do stropu warstwy wodonośnej od 1,2 do 4 m p.p.t. ujmują wody pierwszego kompleksu wodonośnego, a jeden, o głębokości do stropu warstwy wodonośnej 45 m p.p.t. ujmuje wody drugiego kompleksu wodonośnego (Tabela 55).

W otworach, w których warstwa wodonośna występuje na głębokości kilku metrów, odnotowano niskie wartości odczynu pH (w zakresie od 6,00 do 7,02), jak również bardzo wysokie stężenia żelaza i manganu – w granicy IV i V klasy jakości. Próbkę wody pobraną w punktach 2307, 2698 i 2711, ze względu na geogeniczne pochodzenie wskaźników, których wartości przekraczają wartość progową dobrego stanu wód podziemnych zostały zaklasyfikowane do III klasy jakości, a w punkcie 1963 do IV klasy jakości. Wartości stężeń żadnego z pozostałych oznaczonych wskaźników nie przekroczyły 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych. Brak przekroczeń wartości granicznych w odniesieniu do pozostałych wskaźników jakości pozwala stwierdzić, że stężenia Mn i Fe mają charakter geogeniczny, a stan wód można uznać za dobry.

Stan chemiczny JCWPd nr 88, według danych z 2015 r. określono jako dobry dostatecznej wiarygodności. Jakość wód podziemnych w analizowanej jednostce kształtowana jest czynnikami naturalnymi. Z danych zebranych w charakterystyce tej jednostki wynika, że zagrożeniem dla jakości wód podziemnych są głównie nieuregulowana gospodarka komunalna i działalność rolnicza. Tylko nieliczne miejscowości zostały skanalizowane. Ze względu na słaby stan chemiczny w poprzednich ocenach, jednostka ta powinna być nadal objęta monitoringiem operacyjnym.

Tabela 55. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 88

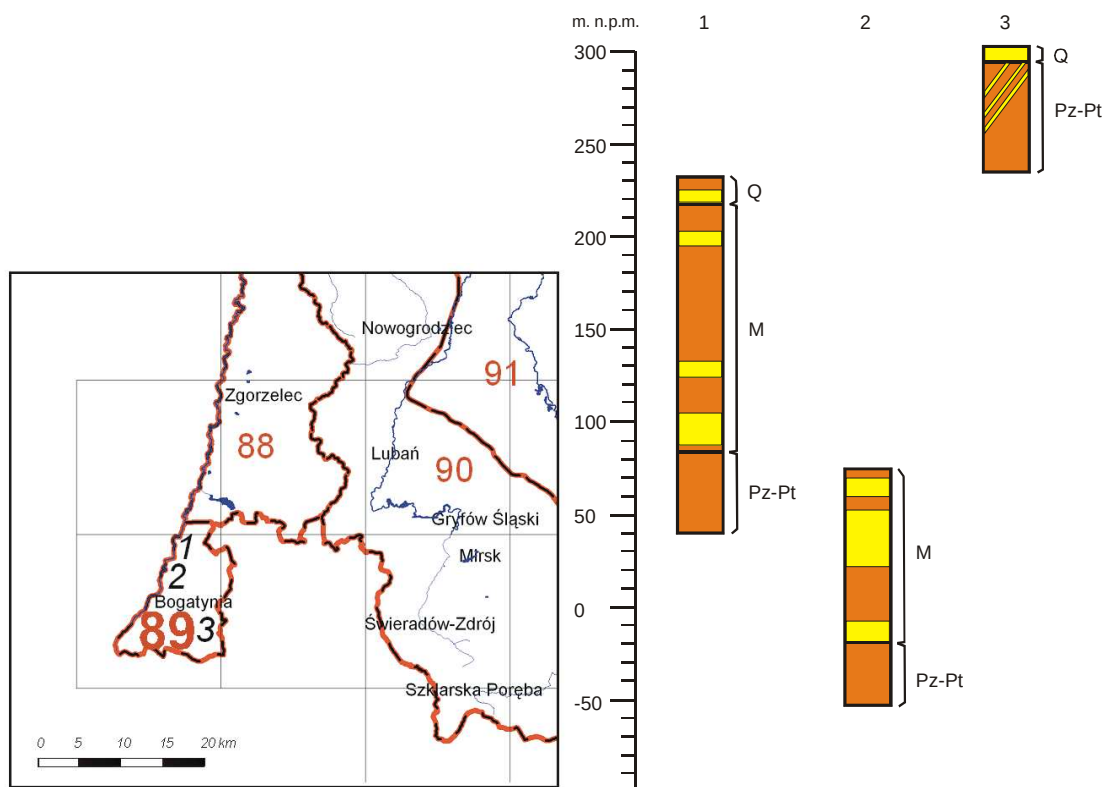
Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
1963	1,2	10,1–11,1	Q	1	IV		Fe, Mn	DOBRY	DOBRY NW
2307	3,81	7,0–12,0	Q	1	III	pH			
2698	4,0	12,5–20,0	Q	1	III	Fe			
2711	45,0	71,0–99,0	Q	2	III	Fe		DOBRY	

Jednolita część wód podziemnych nr 89

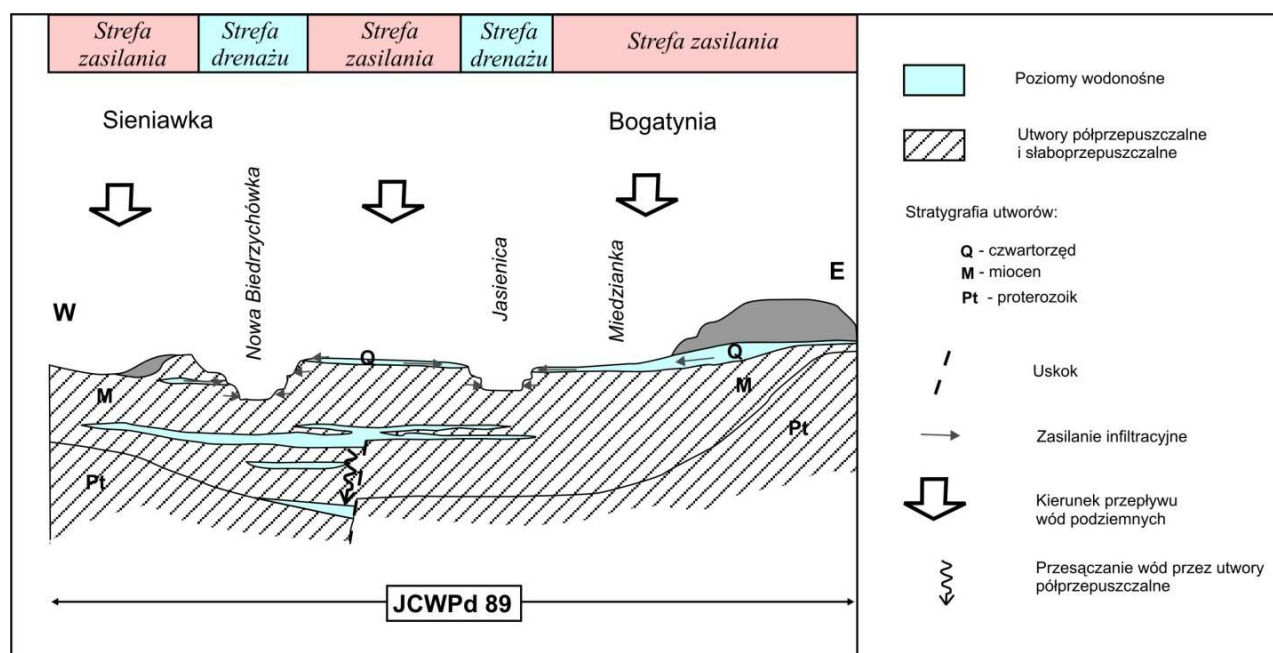
Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 89 znajduje się w regionie Środkowej Odry i zajmuje powierzchnię 134,38 km². Na jej obszarze stwierdzono 5 poziomów wodonośnych (Tabela 56). W utworach czwartorzędu występuje jeden poziom wodonośny i są to wody porowe w utworach piaszczystych. W piętrze mioceńskim stwierdzono do trzech poziomów wodonośnych i tak jak w utworach czwartorzędowych są to wody porowe w utworach piaszczystych. Ze względu na odwadniania kopalni „Turów”, użytkowanie piętra mioceńskiego jest jednak ograniczone. Wody podziemne występują również w szczelinach utworów krystalicznych.

Przeważającą część JCWPd 89 stanowi obszar pozbawiony użytkowego piętra wodonośnego. W północnej części obszaru przyczynia się do tego brak jakichkolwiek utworów wodonośnych. Płytko zalegające krystaliczne utwory proterozoiku, przykryte są nieprzepuszczalnymi glinami. Pozostała część obszaru, na którym nie wyznaczono użytkowego piętra wodonośnego położona jest w obrębie niecki węglowej. Pomimo tego, że występują tutaj liczne poziomy wodonośne, to żaden z nich nie spełnia jednak kryteriów przyjętych dla użytkowego piętra wodonośnego. Zazwyczaj poziomy te nie mają gospodarczego znaczenia (poza znikomym procentem wykorzystywanych do celów technologicznych w kopalni i elektrowni), odznaczają się niską jakością wód i prawie w całości odprowadzane są do rzeki Nysy.

Użytkowe piętro wodonośne występuje jedynie w południowo-wschodniej części opisywanej jednostki. Wody tego piętra występują wśród czwartorzędowych, przypowierzchniowych utworów piaszczystych, przykrytych cienką warstwą gleby o miąższości nieprzekraczającej 5 m, średnio 2,5 m lub wśród piasków zalegających pod warstwą glin pylastych lub zwałowych o miąższości do kilku metrów. Kolektorem wód są również rumosze zwietrzelinowe prekambryjskich skał krystalicznych. Zwierciadło wody jest swobodne i jest współkształtne z morfologią terenu, spływ wód odbywa się w kierunku zachodnim i północnym. Poziom ten odznacza się słabą izolacją i wysokim stopniem zagrożenia wód. Wody te są narażone na niekorzystny wpływ przemysłu, zlokalizowanego na tym obszarze. Najpoważniejszym zagrożeniem są kopalnia węgla brunatnego i sąsiadująca z nią elektrownia „Turów” (Rysunek 67, Rysunek 68).



Rysunek 67. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 89



Rysunek 68. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 89. Źródło: PSH

Tabela 56. Charakterystyka JCWPd nr 89

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
134,38	Odra	(Q), (M(1-3)), (Pt-Pt)	Q	b.d.		ŚŁABY	ŚŁABY	ŚŁABY	ŚŁABY	DOBRY	DOBRY	DOBRY DW

W 2015 r. na obszarze JCWPd nr 89 opróbowano cztery punkty pomiarowe. Wszystkie punkty ujmują wody drugiego kompleksu wodonośnego. Głębokość do stropu warstwy wodonośnej wynosi od 5,0 do 27,0 m p.p.t. Wyniki przeprowadzonych analiz fizyczno-chemicznych wykazały niskie pH mieszczące się w zakresie od 6,17 do 6,96. W punktach 1497, 2709 i 2710 wartości stężeń Fe, TOC i Mn, mieszczą się w zakresie V klasy jakości, natomiast w punkcie nr 1496 stężenie Fe mieści się w zakresie IV klasy jakości. 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego zostało przekroczone w przypadku NH_4 i SO_4 w punkcie 1497. Wymienione wskaźniki, w przypadku których odnotowano przekroczenie wartości TV mają prawdopodobnie pochodzenie geogeniczne. W związku z tym stan chemiczny JCWPd nr 89 w 2015 r., określa się jako dobry z dostateczną wiarygodnością (liczba punktów pomiarowych w jednostce powyżej 3, Tabela 57).

W JCWPd nr 89 nie występują obszary szczególnie narażone na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzenia rolniczego, jednak ze względu na zidentyfikowaną silną presję na stan ilościowy i chemiczny wynikającą z eksploatacji złóż węgla brunatnego, jednostka ta powinna być objęta monitoringiem operacyjnym.

Tabela 57. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 89

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
2710	5,0	5,0–29,0	Pg+Ng	2	IV		Fe, Mn, TOC	DOBRY	DOBRY DW
1496	16,0	16,5–18,5	Ng	2	III	Fe			
2709	18,5	18,0–33,0	Pg+Ng	2	IV	pH	Fe, Mn		
1497	27,0	35,0–45,0	Ng	2	IV	pH	Fe, TOC		

Jednolita część wód podziemnych nr 92

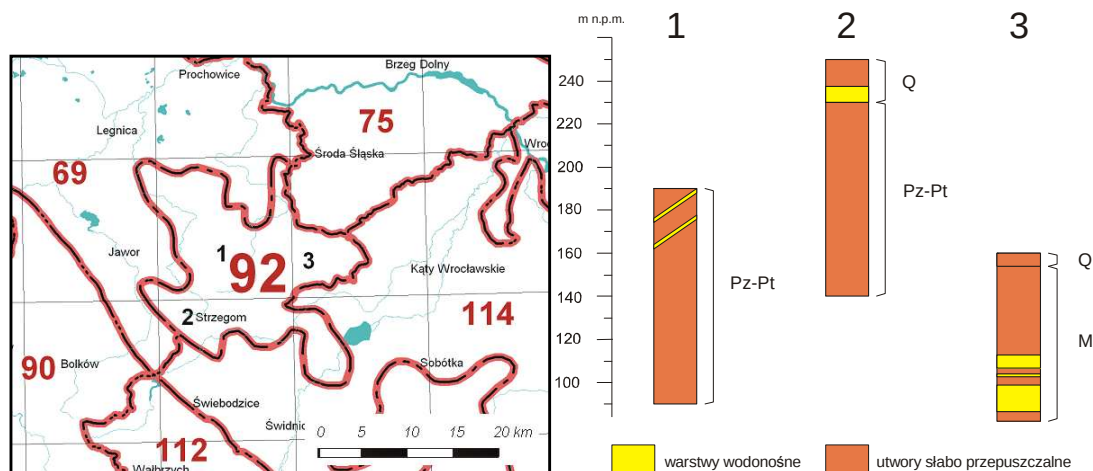
Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 92 położona jest w obrębie bloku przedsudeckiego i Sudetów, gdzie występują obszary z wychodniami skał krystalicznych oraz ilastych utworów paleogeńsko-neogeńskich, które są pozbawione użytkowych poziomów wodonośnych. Taka sytuacja występuje w północno-zachodniej, środkowej i południowo-wschodniej części opisywanej jednostki. Na pozostałym obszarze można wyróżnić użytkowe poziomy wodonośne, ujmujące wody pięter: czwartorzędowego (Q), paleogeńsko-neogeńskiego (Pg+Ng) i paleozoicznego (Pz). Powierzchnia jednostki wynosi 457,63 km² (Tabela 58, Rysunek 69).

Największy obszar zajmuje paleogeńsko-neogeński poziom wodonośny. Występuje on przede wszystkim na północy i wschodzie jednostki, na głębokości od kilku do ponad 85 m, a nawet do ponad 128 m. (w Środku Śląskiej). Znaczne zróżnicowanie głębokości zalegania warstw wodonośnych, jak i innych parametrów hydrogeologicznych jest wynikiem urozmaicenia morfologii podłoża podkenozoicznego, a także różnic w wykształceniu litofacjalnym osadów paleogeńsko-neogeńskich. Użytkowe piętro wodonośne charakteryzuje się miąższością zawodnionych warstw od 0,9 do ponad 14 m (średnio 8,1 m). Jest ono z reguły dobrze izolowane warstwą ilów, których miąższość średnia przekracza 10 m. Oznacza to, że stopień zagrożenia tych wód jest bardzo niski.

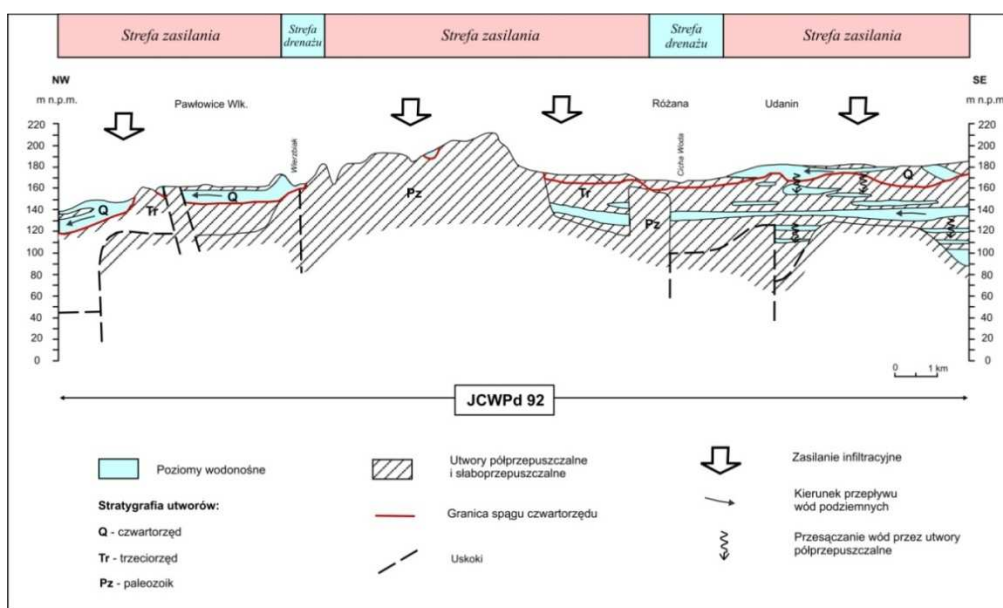
Na południowym zachodzie opisywanej jednostki przeważa poziom wodonośny piętra paleozoicznego. Poziom ten związany jest z wychodniami skał granitowych. Głębokość do zwierciadła wody jest niewielka 5–15 m p.p.t., a miąższość strefy wodonośnej wynosi ok. 30 m. Obszar ten pozbawiony jest naturalnej izolacji, a tym samym narażony są na bezpośredni wpływ czynników antropogenicznych. Zwierciadło wód jest swobodne, a jedynie ujmowane głębszymi otworami wody szczelinowe są pod ciśnieniem do 500 kPa.

Czwartorzędowe piętro wodonośne ma znaczenie lokalne. Jako użytkowe wykorzystywane jest tam, gdzie wodonośność utworów paleogeńsko-neogeńskich jest znikoma lub utwory wodonośne czwartorzędowe leżą bezpośrednio na krystalicznym podłożu. W obrębie czwartorzędowego piętra wodonośnego można wyróżnić dwa rodzaje poziomów wodonośnych: w utworach wodnolodowcowych przemytych przez wody płynące, lub w piaskach i żwirach lodowcowych i wodnolodowcowych przykrytych glinami. Wody podziemne występują tu

w jednej warstwie wodonośnej na głębokości od 1,1 do 18,3 m. Miąższość tej warstwy waha się od 2–16 m, średnio około 5 m. Zwierciadło ma przeważnie charakter swobodny, lokalnie zazwyczaj w miejscach przykrytych glinami może być lekko naporowe, o ciśnieniu do 150 kPa (południowa część JCWPd 92). Warstwy te charakteryzują się brakiem lub słabą izolacją, a co za tym idzie są narażone na zanieczyszczenia. Schematyzacja warunków hydrogeologicznych jednostki przedstawia Rysunek 70.



Rysunek 69. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 92



Rysunek 70. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 92. Źródło: PSH

Tabela 58. Charakterystyka JCWPd nr 92

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
457,63	Odra	(Q), (M ₍₁₋₃₎), (Pz-Pt)	Q, M ₍₁₋₃₎ , Pz	M ₍₁₋₃₎	72	DOBRY	SLABY	SLABY NW	DOBRY	SLABY	SLABY	SLABY NW

W 2015 r. na obszarze JCWPd nr 92 opróbowano cztery punkty pomiarowe. Punkt nr 342 zafiltrowany jest w warstwie czwartorzędowej (pierwszy poziom wodonośny). Głębokość stropu omawianej warstwy wodonośnej w punkcie 342 wynosi 5,7 m p.p.t. Poziom ten jest słabo izolowany od powierzchni terenu. Wyniki przeprowadzonych analiz fizyczno-chemicznych wykazały wysokie stężenie jonów Ni (w granicy stężeń IV klasy jakości). Nie odnotowano przekroczenia 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych

w przypadku żadnego z pozostałych, analizowanych wskaźników. Wysokie wartości stężeń niklu w płytkim poziomie wodonośnym może odzwierciedlać presję antropogeniczną związaną z uprzemysłowieniem obszaru jednostki. Jakość wody w opróbowanym punkcie monitoringowym została sklasyfikowana w IV klasie. Punkt ten zlokalizowany jest w obszarze Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego, dlatego też odnotowane wyższe stężenia Ni, mogą mieć związek z występowaniem w tym rejonie złóż miedzi. Trzeba także pamiętać, że jednym z czynników wpływających na stężenia Ni w wodach podziemnych jest odczyn pH (od 6,7 do 7,45 w analizowanych punktach) a także zanieczyszczenie odpadami przemysłowymi (patrz opis JCWPd nr 69). Ze względu na brak danych o wielkości obszaru, na którym występują utwory czwartorzędowe, który w JCWPd nr 92 występuje lokalnie, nie można określić zasięgu ewentualnego zanieczyszczenia wód pierwszego kompleksu wodonośnego w analizowanej jednostce. Nie mniej jednak stan kompleksu określa się jako słaby.

Pozostałe trzy punkty zafiltrowane są w poziomie paleogeńsko-neogeńskim (drugi kompleks wodonośny). Głębokość do stropu warstwy wodonośnej wynosi od 8,7 do 84 m p.p.t. Przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych odnotowano w przypadku Fe i Mn, których pochodzenie jest prawdopodobnie geogeniczne.

Ze względu na małą liczbę punktów pomiarowych w kompleksie pierwszym oraz fakt, że punkt nr 342, reprezentuje poziom czwartorzędowy, który występuje lokalnie i nie jest głównym użytkowym poziomem wodonośnym jednostki (Tabela 59), stan JCWPd nr 92 oceniono jako dobry niskiej wiarygodności.

Istotnym problemem jednostki jest niedostateczna sanitacja obszarów wiejskich i rekreacyjnych. Zidentyfikowano silną presję ilościową i jakościową ze względu na wysoki pobór wód podziemnych. Nie zostało to jednak potwierdzone podczas oceny stanu ilościowego wg danych z 2012 r. W północnej części jednostki zidentyfikowano presję rolniczą – OSN nr 2 w zlewni rzek Cicha Woda i Wierzbiak. W związku z istotnym zagrożeniem jakości wód podziemnych JCWPd nr 92 powinna być nadal objęta monitoringiem operacyjnym.

Tabela 59. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 92

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
342	5,7	13–21	Q	1	IV	Ni		SŁABY	DOBRY NW
1472	8,7	21–25	Ng	2	III	Fe		DOBRY	
1473	39	39–49	Pg+Ng	2	III	Fe			
1474	84	86,5–93,5	Pg+Ng	2	IV		Mn		

Jednolita część wód podziemnych nr 94

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 94 zajmuje powierzchnię 2078,19 km² i wchodzi w skład regionu wodnego Warty, subregionu Warty wyżynnego (Tabela 60). W jej obrębie znajdują się 3 Główne Zbiorniki Wód Podziemnych: GZWP 311 – Zbiornik rzeki Prosna [Q_{dk}], GZWP 325 – Zbiornik Częstochowa (W) [J₂] i GZWP 327 – Zbiornik Lubliniec-Myszków [T₁₋₂]. Na obszarze JCWPd nr 94 występują wody podziemne związane z utworami czwartorzędu, miocenu, jury i triasu (Tabela 60).

Użytkowe piętra wodonośne

Piętro wodonośne w utworach czwartorzędu (GPU) jest zbudowane z piasków i żwirów wodnolodowcowych i rzecznych. Zasięg występowania tego piętra jest ograniczony do obniżeń podłoża trzeciorzędowego i tarasów dolin rzecznych, gdzie występuje na ogół 1 poziom wodonośny lub do rejonów wysoczyzn polodowcowych, gdzie występują 2 poziomy wodonośne: nad- i podglinowy. Poziomy wodonośne piętra czwartorzędowego zalegają na zmiennej głębokości, przeważnie od 5 do 42 m. Piętro występuje bezpośrednio pod powierzchnią terenu i jest pozbawione izolacji (poziom dolin rzecznych, poziom nadglinowy) lub jest izolowane od powierzchni terenu

kompleksem glin o miąższości od kilku do 20 m (poziom podglinowy). Zwierciadło wód ma charakter swobodny (w dolinach rzecznych) lub napięty (poziom podglinowy) i stabilizuje się na głębokości od +1 do 11 m. Miąższość warstwy wodonośnej wynosi 2–30 m, lokalnie w dolinach rzecznych ponad 30 m, maksymalnie w dolinach kopalnych Proсны i Liswarty – 40 m (średnio 17 m). Wartość współczynnika filtracji zmienia się od 1,7 do 230,0 m/d (średnio 19,2 m/d). Poziomy wodonośne czwartorzędu są zasilane bezpośrednio lub pośrednio (na drodze przesączania się wód z poziomu nadległego) przez infiltrację opadów atmosferycznych i wód powierzchniowych, w dolinach rzecznych również poprzez dopływ podziemny z obszarów wysoczyznowych. Strefami drenażu są doliny większych cieków. Kierunki przepływu wód są zmienne i zależą od położenia odwadnianego obszaru w stosunku do cieków. Ogólny przepływ wód następuje z NW na SE.

Piętro wodonośne paleogeneńsko-neogeneńskie ma charakter podrzędny, nie ma znaczenia użytkowego, i jest związane z piaskami drobnoziarnistymi i żwirami miocenu. Od piętra czwartorzędowego jest izolowane serią ilastą pliocenu. Piętro to występuje jedynie lokalnie w północnej części jednostki i charakteryzuje się nieciągłym rozprzestrzenieniem i zmienną miąższością.

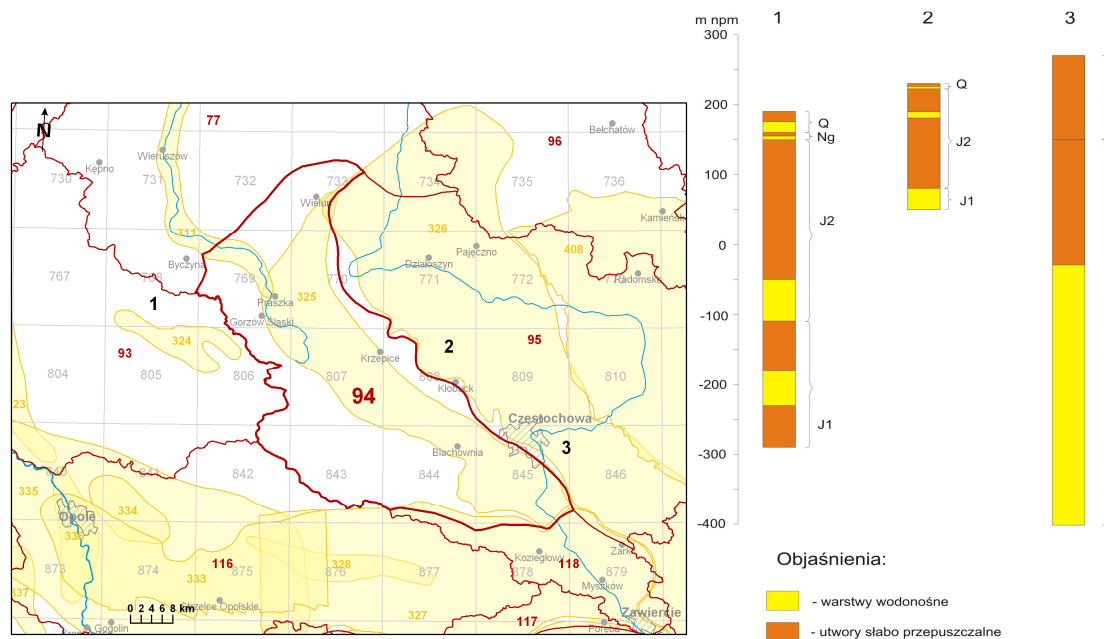
W utworach jury środkowej występują na ogół 2 warstwy wodonośne (GPU). Pierwsza jest zbudowana z piasków i piaskowców różnoziarnistych, lokalnie żwirów i zlepieńców aalenu-batonu, a druga ze skał węglanowych keloweju. W ujęciu regionalnym utwory te zapadają monoklinalnie w kierunku NE, lokalnie są poprzecinane licznymi uskokami o głównych kierunkach NW-SE i SW-NE. Miąższość warstw wodonośnych wynosi od kilku do 80 m (średnio 30 m), lokalnie więcej. Głębokość zalegania jest zmienna i wynosi od kilku metrów (strefy wychodni) do 260 m, co jest efektem monoklinalnego zapadania i dużego zdyslokowania obszaru. Zwierciadło wód ma charakter napięty lub swobodny (zwłaszcza w S części jednostki, gdzie występuje wspólne piętro wodonośne jury i czwartorzędu) i stabilizuje się na głębokości od +5 do 26 m. Omawiany poziom występuje na ogół pod przykryciem miąższej (od ok. 20 do 220 m), słabo- lub nieprzepuszczalnej serii ilów rudonośnych. Obecność uskoków (o stosunkowo dużych zrzutach) powoduje występowanie licznych, izolowanych bloków, charakteryzujących się dużym zróżnicowaniem parametrów hydrogeologicznych, np. współczynnik filtracji zmienia się w przedziale od 0,1 do 95,0 m/d (średnio 4,6 m/d). W młodszych osadach jury środkowej występują również warstwy wodonośne (tzw. międzyrudne). Są one wykształcone głównie w postaci piasków drobnoziarnistych, często mułkowatych i posiadają niewielkie miąższości i niewielkie wydajności (5–8 m³/h).

Poziom wodonośny jury dolnej jest związany z 2 warstwami wodonośnymi zbudowanymi z piasków, żwirów i piaskowców oraz zlepieńców i piaskowców różnoziarnistych (hetang-synemur) o zmiennej miąższości od 10 do 89 m (średnio 35 m). Na bardzo zróżnicowany obraz głębokości zalegania tych osadów (od 4 do ponad 150 m) wpływ ma blokowa tektonika obszaru i duże zrzuty uskoków. Napięte zwierciadło wody, pod kompleksem skał ilasto-mułkowcowych i łupkowych o charakterze regularnej warstwy o miąższości 30–40 m, stabilizuje się na głębokości od kilku do kilkunastu metrów. Wielkość współczynnika filtracji kształtuje się w przedziale od 1,0 do 49,2 m/d (średnio 6,7 m/d).

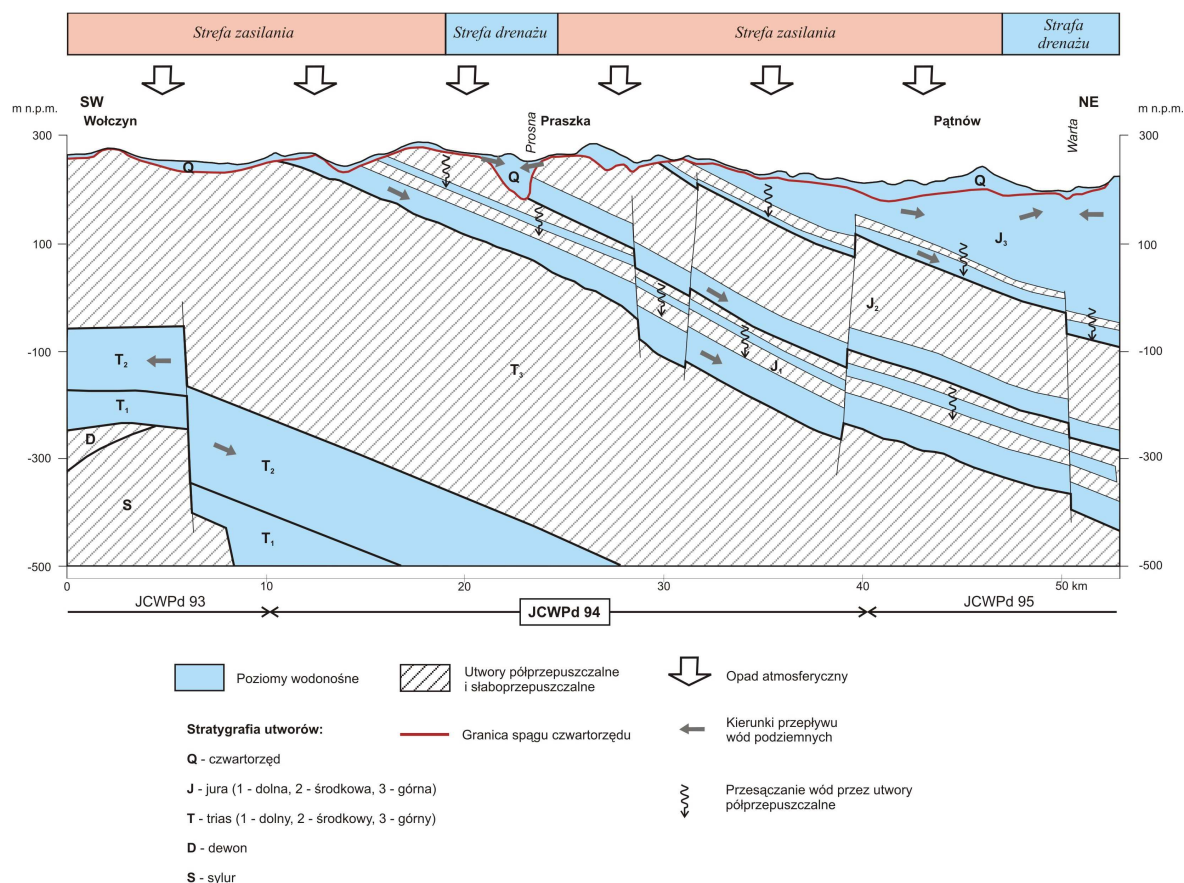
Zasilanie piętra jurajskiego odbywa się na niewielkich obszarach wychodni na drodze infiltracji oraz częściowo przez przesączanie z nadległych warstw przez kompleks ilów rudonośnych. Poziomy są drenowane przez ciek wodny, a regionalny kierunek przepływu wód następuje z S na N. Lokalnie poziomy wodonośny jury środkowej i dolnej łączą się, także z piętrem czwartorzędowym.

W obrębie piętra wodonośnego triasu znaczenie użytkowe posiadają dwa poziomy triasu środkowego i dolnego (wapienie, dolomity). Poziomy te są rozdzielone marglami z cienkimi wkładkami ilów, jednak z uwagi na stosunkowo dużą przepuszczalność tych utworów łączy się oba poziomy w jeden, tzw. poziom wodonośny serii węglanowej triasu. Połączony poziom wodonośny jest przykryty praktycznie nieprzepuszczalnym kompleksem ilastych utworów triasu górnego o miąższości ok. 250 m. Strop skał węglanowych stwierdzono na głębokości 250–400 m. Zmienność ta jest związana z monoklinalnym ułożeniem warstw. Łączna miąższość tych utworów wynosi 85–205 m, średnio 175 m. Poziom ma charakter naporowy, zwierciadło stabilizuje się na głębokości od kilku do kilkunastu metrów. Podstawę drenażu stanowi kopalna dolina Odry. Regionalny kierunek przepływu przebiega od SE na NW. Poziom wodonośny serii węglanowej triasu charakteryzuje się bardzo zróżnicowanymi wielkościami parametrów hydrogeologicznych, które pogarszają się w kierunku N, w miarę zapadania warstw i wzrostu miąższości nieprzepuszczalnych utworów triasu

górnego. Współczynnik filtracji wynosi 0,6–13,0 m/d (średnio 3,3 m/d). Głębokość występowania wód zmineralizowanych jest trudna do oszacowania (Rysunek 71, Rysunek 72).



Rysunek 71. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 94



Rysunek 72. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 94. Źródło: PSH

Tabela 60. Charakterystyka JCWPd nr 94

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
2078,19	Odra	Q, (Ng), (J2), (J1), (T2)	Mez, Ken, Q	Q	58	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	SŁABY	DOBRY DW

W 2015 r. na obszarze JCWPd nr 94 opróbowano 10 punktów pomiarowych, pięć ujmujących pierwszy kompleks wodonośny (poziom czwartorzędowy), trzy punkty – drugi i dwa punkty trzeci (poziom jurajski). W ujmowanym poziomie czwartorzędowym głębokość stropu warstwy wodonośnej wynosi od 2,3 do 15,0 m, a w poziomie jurajskim od 6 do 232 m (Tabela 61).

W próbkach pobranych w punktach ujmujących poziom czwartorzędowy wyznaczono III (punkty nr 957, 1155 i 1345) i IV (punkty nr 1896 i 2303) klasę jakości. W punkcie 1896 stężenie NO₃, mieści się w zakresie IV klasy jakości. Takie wartości stężeń odnotowywane są w tym punkcie od momentu rozpoczęcia monitoringu chemicznego, czyli od 1996 r. Jest to długotrwałe zanieczyszczenie pochodzenia antropogenicznego (punkt zlokalizowany na terenie przekształconym antropogenicznie). Przekroczenie 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych w przypadku stężeń NO₃ odnotowano w punkcie nr 957, a w punkcie 1345 w przypadku p, p'-DDE (związek z grupy pestycydów chloroorganicznych). W punkcie nr 1155 odnotowano przekroczenie 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego w przypadku Mn. Stan chemiczny wód kompleksu pierwszego, określa się jako dobry, ponieważ szacowany zasięg przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego stanowi 19,09% powierzchni JCWPd nr 94.

W punkcie 2210, ujmującym płytszy poziom jurajski (głębokość do stropu warstwy wodonośnej 13,3 m), w zakresie stężeń IV klasy jakości odnotowano stężenia niklu. W poprzednich opróbowaniach odnotowywane były podobne wartości stężeń, na poziomie 0,01–0,03 mgNi/l. Analiza fizyczno-chemiczna wykazuje również stężenia azotanów w zakresie III klasy jakości. Nie stwierdzono przekroczenia 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego dla pozostałych wskaźników. Analiza profilu geologicznego tego punktu wykazała, że zwierciadło ma charakter swobodny i stabilizuje się na głębokości 13,3 m p.p.t. W nadkładzie ujmowanego poziomu wodonośnego nie ma praktycznie żadnych warstw izolujących. Ujmowany poziom to pył piaszczysty/piaskowiec i piaskowiec drobnziarnisty. Szacowany zasięg zanieczyszczenia dla tego kompleksu został obliczony dla tego punktu w odniesieniu do jednostek hydrogeologicznych MhP i wynosi on 6,25% analizowanej JCWPd. W związku z tym stan chemiczny kompleksu określa się jako dobry.

W przypadku punktów ujmujących trzeci kompleks wodonośny, przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych odnotowano tylko w punkcie nr 809, w przypadku NO₃. Odnotowywane w tym punkcie wartości stężeń NO₃, od wielu lat utrzymują się na podobnym poziomie – ok. 60 mgNO₃/l. Analiza profilu geologicznego tego punktu wykazała, że zwierciadło ma charakter swobodny i stabilizuje się na głębokości 6,0 m p.p.t. w ośrodku szczelinowym (wapienie). W nadkładzie ujmowanego poziomu wodonośnego nie ma żadnych warstw izolujących. Szacowany zasięg zanieczyszczenia został obliczony tylko dla punktu 809 i wynosi ok. 1% analizowanej JCWPd. W związku z tym stan chemiczny kompleksu trzeciego określa się jako dobry.

Sumaryczny zasięg zanieczyszczenia stanowi 26,30% powierzchni JCWPd nr 94. W obszarze jednostki zidentyfikowano presję rolniczą, lecz nie wyznaczono żadnych obszarów szczególnie narażonych na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzenia rolniczego. Istotnym problemem może być niedostateczna sanitacja obszarów wiejskich i rekreacyjnych. Stan chemiczny wg testu C.1. określono jako dobry dostatecznej wiarygodności. Jednostka ta z uwagi na zidentyfikowane podwyższone stężenie wymienionych wskaźników powinna być uwzględniona w kolejnych opróbowaniach w ramach monitoringu operacyjnego.

Tabela 61. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 94

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonosnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonosnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonosny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonosnego	Stan chemiczny JCWPd	
						IV klasy jakości	V klasy jakości			
1345	2,3	9,0–11,0	Q	1	III			DOBRY	DOBRY DW	
2303	2,5	7,3–14,8	Q	1	IV	pH, TOC	Fe			
1155	10,2	12,7–16,5	Q	1	III					
957	13,7	57,5–79,0	Q	1	III					
1896	15,0	16,0–20,0	Q	1	IV	pH, NO ₃				
1184	10,0	b.d.	J1	2	III	pH		DOBRY		
1904	79,2	b.d.	J2	2	III	Fe				
2210	13,3	15,0–22,5	J1	2	IV	pH, Ni				
809	6,0	12,0–24,0	J	3	IV	NO ₃		DOBRY		
1658	232,0	232,5–260,1	J2	3	II					

Jednolita część wód podziemnych nr 96

Charakterystyka hydrogeologiczna – JCWPd nr 96 zajmuje powierzchnię 2416 km² i wchodzi w skład regionu wodnego Warty. W jej obrębie znajdują się 3 Główne Zbiorniki Wód Podziemnych: GZWP 326 – Zbiornik Częstochowa (E) [J3], GZWP 401 – Niecka Łódzka [Cr1] i GZWP 408 – Niecka Miechowska [Cr3]. Na obszarze JCWPd nr 96 występują wody podziemne związane z utworami czwartorzędu, miocenu, kredy górnej i dolnej oraz jury górnej (Tabela 62).

Piętro wodonosne w utworach czwartorzędu (GPU) jest zbudowane głównie z piasków o zróżnicowanej granulacji i żwirów. Piętro jest reprezentowane na ogół przez 1 międzymorenowy poziom wodonosny (maksymalnie 3: nad-, między-, i podglinowy) o charakterze nieciągłym. Izolacja (gliny, ily) osiąga miąższość do 47 m, miejscami występuje jej brak. Poziom wodonosny zalega na zmiennej głębokości, od <1 do 58 m. Zwierciadło wód ma charakter naporowy i stabilizuje się na głębokości 1–20 m (przeważnie 2–10 m) lub swobodny (w dolinach rzecznych). Miąższość warstwy wodonosnej wynosi od 2 do 80 m, lokalnie więcej, maksymalnie >200 m (rynna erozyjna Kamieńska-Szczerców), średnio 27 m. Poziomy wodonosny czwartorzędu są zasilane bezpośrednio (lub pośrednio na drodze przesączania się wód z poziomu nadległego) przez infiltrację opadów atmosferycznych, w dolinach rzecznych również ascenzyjnie i lateralnie wodami z pięter paleogeńsko-neogeńskiego i mezozoiku. Strefami drenażu są doliny większych cieków oraz studnie odwadniające kopalnię Bełchatów. Kierunki przepływu wód są zmienne i zależą od położenia odwadnianego obszaru w stosunku do lokalnych baz drenażu. Na znacznym obszarze jednostki piętro czwartorzędowe jest połączone z wodami poziomu kredy górnej, tworząc jeden poziom użytkowy.

W utworach paleogeńsko-neogeńskim poziom wodonosny występuje lokalnie w piaskach i żwirach miocenu (1–2 warstwy), zalegających w obniżeniach stropu utworów starszych i w rowach tektonicznych. Miąższość utworów wodonosnych wynosi od 7 do 51 m, średnio 21 m. Poziom występuje na głębokości 34–43 m pod częściową izolacją pyłów i glin o miąższości 12–22 m. Zwierciadło wody ma charakter naporowy. Lokalnie, np. w S części jednostki, omawiany poziom łączy się z piętrami czwartorzędu. Poziom ten kontaktuje się także lateralnie z wodami pięter mezozoicznych.

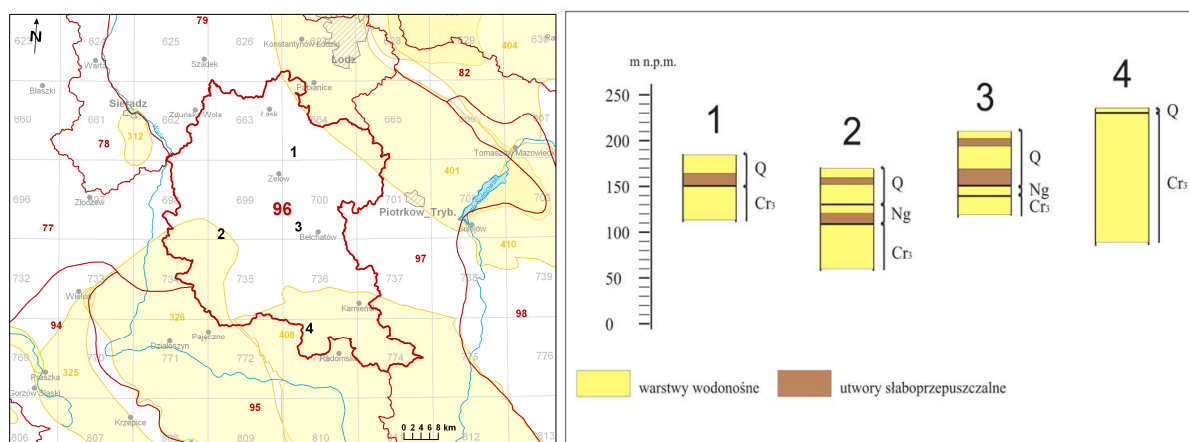
Poziom wodonosny kredy górnej (GPU) budują margle, wapienie i opoki, lokalnie piaskowce, wieku od koniaku do kampanu. Zawodnienie osadów jest zmienne i zależy od głębokości ich zalegania, systemu spękań oraz więzi hydraulicznej z poziomem nadległym. Przyjmuje się, że głębokość strefy intensywnego krążenia wód wynosi średnio ok. 150–250 m (większa w S części jednostki). Poziom występuje na głębokości od 5 do 100 m, przeważnie 30–40 m. Zwierciadło wody posiada charakter naporowy (na wysoczyznach) i stabilizuje się na głębokości 0–30 m (najczęściej kilka-kilkanaście metrów), lub swobodny (w dolinach rzecznych). Miąższość

poziomu wynosi od 50 do 145 m (średnio 123 m). Poziom jest zasilany bezpośrednio na wychodniach przez wody opadowe oraz poprzez infiltrację wód opadowych przez nadległe utwory czwartorzędowe i trzeciorzędowe. Lokalnie ma miejsce infiltracja wód rzecznych w kierunku warstwy wodonośnej. Spływ wód odbywa się z wysoczyzn w kierunku dolin rzecznych i kopalni Bełchatów. Jak już wspomniano na znacznym obszarze poziom pozostaje w więzi hydraulicznej z nadległym poziomem czwartorzędowym. Na pozostałym obszarze jest izolowany warstwą glin zwałowych i mułów czwartorzędu oraz mułów i ilów paleogeńsko-neogeńskich o miąższości 5–60 m. Warstwy ilów kredy górnej mogą dzielić omawiany poziom na kilka warstw.

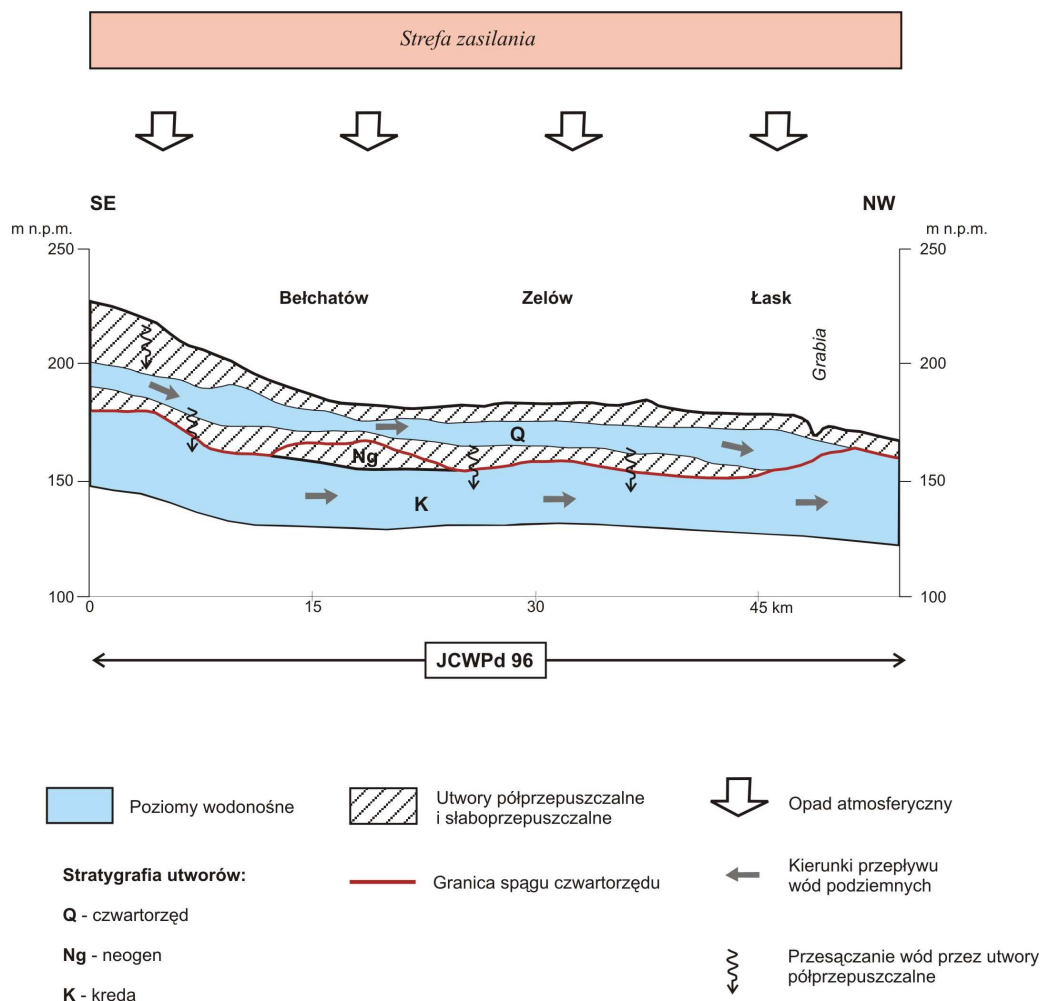
Poziom kredy dolnej w różnoziarnistych piaskach i piaskowcach albu występuje na głębokości od 16 do 800 m. Miąższość tych utworów wynosi 20–60 m, średnio 26 m. Poziom kredy dolnej jest zasilany wodami atmosferycznymi pośrednio poprzez utwory czwartorzędowe. Zwierciadło wód ma charakter napięty i stabilizuje się na głębokości ok. 24 m. Izolacja, w postaci ilów kredy górnej, jest zmienna. Regionalną strefę drenażu stanowi dolina Widawki i kopalnia Bełchatów.

Szczelinowo-krasowy poziom wodonośny jury górnej jest zbudowany z wapieni i margli oksfordu i kimerydu. Zawodnienie tego poziomu jest zmienne i zależy w głównej mierze od systemu szczelin i stopnia ich wypełnienia, występowania zjawisk krasowych oraz bliskość wychodni. Strop poziomu wodonośnego występuje na głębokości 5–115 m. Wody poziome występują pod ciśnieniem (izolacja utworami słabo przepuszczalnymi o miąższości od 1 do 50–100 m), rzadziej zwierciadło ma charakter swobodny (na obszarze wychodni), i stabilizuje się na głębokości od 2 do 7 m. Miąższość warstwy wodonośnej wynosi kilkaset metrów, średnio 136 m. Zasilanie piętra jurajskiego odbywa się na niewielkich obszarach wychodni w wyniku bezpośredniej alimentacji wód atmosferycznych oraz przez przesączenie z nadległych warstw. Poziom jest drenowany głównie przez Widawkę i kopalnię Bełchatów. Głębokość występowania wód zmineralizowanych wynosi ok. 400–600 m. (Rysunek 73, Rysunek 74)

Cechą szczególną omawianej jednostki jest znaczne zaburzenie stosunków wodnych przez odwodnienie kopalń węgla brunatnego w rejonie Bełchatowa.



Rysunek 73. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 96



Rysunek 74. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 96. Źródło: PSH

Tabela 62. Charakterystyka JCWPd nr 96

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
2415.78	Odra	Q, Cr3, Cr1, J3	Mez, Ken, Q	Cr	63	ŚŁABY	DOBRY	brak oceny	ŚŁABY	DOBRY	DOBRY	DOBRY DW

W 2015 r. w granicach JCWPd nr 96 opróbowano 9 punktów pomiarowych. Osiem punktów reprezentuje wody pierwszego kompleksu wodonośnego a jeden punkt – drugiego (Tabela 63).

Przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych stwierdzono tylko w dwóch punktach pomiarowych. Przekroczenie to dotyczy takich wskaźników jak Fe, NH₄, TOC i pH. Mają one prawdopodobnie charakter geogeniczny, dlatego klasę jakości w tych punktach zmieniono ekspercko z IV na III.

W pozostałych punktach nie odnotowano przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego. Przekroczenie 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego odnotowano w punktach pomiarowych 1591, 1627 i 1958, w przypadku następujących wskaźników: As i NO₃. Odnotowane przekroczenia wartości progowej i jej 75%, mają charakter geogeniczny dlatego nie ma potrzeby określania przypuszczalnego zasięgu przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego. W związku z tym stan wód kompleksu pierwszego określa się jako dobry.

W punkcie 969 ujmującym wody kompleksu drugiego nie stwierdzono przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych.

Przeprowadzona analiza danych z 2015 r. pozwala określić stan chemiczny JCWPd nr 96 jako dobry dostatecznej wiarygodności.

Zgodnie z „Mapą wrażliwości wód podziemnych na zanieczyszczenie” („Arcadis Ekokonrem” w 2005 r.), przeważająca część obszaru JCWPd nr 96 (w podziale na 172 JCWPd numer jednostki to 83) została zaklasyfikowana do obszarów bardzo podatnych na większość zanieczyszczeń (Nowicki i in., 2013). Jako główne przyczyny nieosiągnięcia celów środowiskowych wymienia się:

- zwiększony pobór wód podziemnych związany z intensywnym odwadnianiem górniczym (Pole Bełchatów i pole Szczerców), co spowodowało że sumaryczny pobór wód podziemnych w jednostce, zarówno na cele komunalne jak i odwodnienie górnicze stanowi 220% zasobów dostępnych do zagospodarowania
- procesy ascencji wód zasolonych w rejonie wysadu Dębina,
- obecność infrastruktury związanej z przemysłem wydobywczym węgla brunatnego, oraz Elektrownia „Bełchatów”.

W związku z powyższym, JCWPd nr 96 powinna być objęta monitoringiem operacyjnym w kolejnych latach.

Tabela 63. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 96

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
1592	1,15	5,3–7,3	Q	1	III	Fe, pH		DOBRY	DOBRY DW
1958	2,5	7,0–9,0	Q	1	III				
1629	5,6	8,0–10,0	Q	1	III	NH ₄ , pH, TOC			
1627	6,1	7,0–11,0	Q	1	III				
1628	7,3	12,2–16,2	Q	1	II				
1188	12,0	12,0–14,4	Q	1	II				
1591	28,5	30,4–32,4	Q	1	III				
810	38,0	40,3–49,3	Q	1	II			DOBRY	DOBRY DW
969	13,1	66,5–87,1	K2	2	III				

Jednolita część wód podziemnych nr 101

Jednolita część wód podziemnych nr 101 zajmuje powierzchnię 1484 km² i wchodzi w skład regionu wodnego Środkowej Wisły, subregionu wyżynnego, część centralna (Rysunek 75, Tabela 64). W jej obrębie znajdują się 2 Główne Zbiorniki Wód Podziemnych: GZWP 415 – Górna Kamienna [T1-2] i GZWP 419 – Bodzentyn [D2-3].

JCWPd obejmuje pięć pięter wodonośnych pozostających ze sobą w kontakcie hydraulicznym, tworząc jeden wspólny system wodonośny. Na prawie całym obszarze JCWPd występują użytkowe poziomy wodonośne, poza fragmentami południowej i centralnej części terenu, gdzie zalegają osady niewodonośne.

Piętro czwartorzędowe obejmuje poziomy na wysoczyźnie i piaszczysto-żwirowy poziom w dolinach rzecznych, piętro jurajskie poziomy: środkowojurajski i dolnojurajski, piętro triasowe poziomy: górnotriasowy, środkowotriasowy i dolnotriasowy, piętro permskie poziom górnopermski, a piętro dewońskie poziomy: górnodewoński i środkowodewoński. Występujący w południowej części terenu poziom dolnodewoński wraz z piętrami sylurskim, ordowickim i kambryjskim stanowią jeden wspólny kompleks utworów niewodonośnych. W części centralnej i północnej JCWPd, lokalnie niewodonośne są również osady: triasu górnego, jury dolnej i jury środkowej. Wewnątrz poszczególnych poziomów wodonośnych występują przewarstwienia osadów

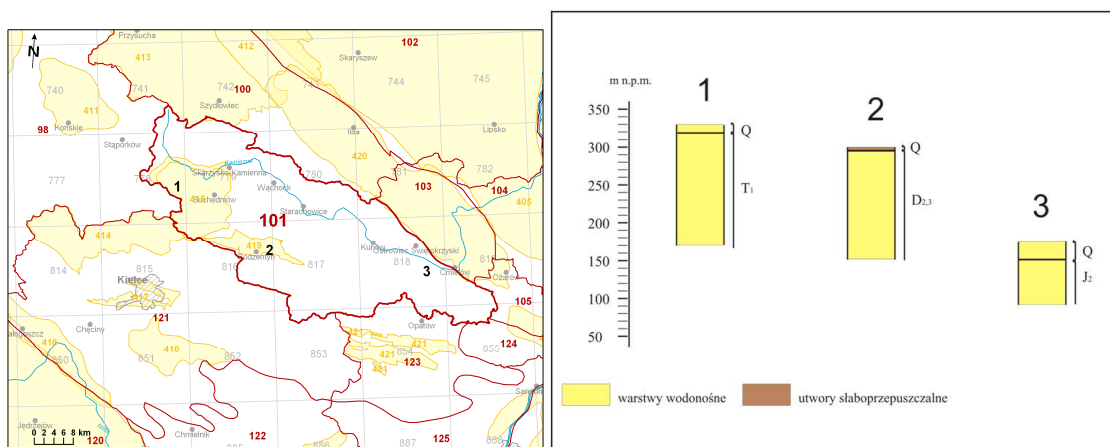
półprzepuszczalnych i praktycznie nieprzepuszczalnych. Żadne z nich nie stanowi jednak izolacji pomiędzy warstwami wodonośnymi w skali regionalnej, z uwagi na liczne okna hydrogeologiczne lub kontakty lateralne warstw wodonośnych. Parametry hydrogeologiczne warstw wodonośnych w poszczególnych poziomach podano w zestawieniu poniżej. Są one bardzo zróżnicowane, często także i wewnątrz samych poziomów. Granice kompleksu wodonośnego mają charakter głównie hydrodynamiczny (dział wód podziemnych ograniczający zlewnię górnej i środkowej Kamiennej), z wyjątkiem wschodniej części granicy północno-wschodniej, biegnącej wzdłuż kontaktu z poziomem górnym jurajskim w sąsiedniej JCWPd nr 103.

Pierwszy poziom wodonośny (PPW) występuje we wszystkich poziomach wodonośnych w obszarze tam, gdzie ich użytkowe warstwy wodonośne są pierwszymi od powierzchni terenu. Zwierciadło wody jest w nich swobodne lub napięte. Na obszarach występowania wyżej wymienionych warstw niewodonośnych starszego podłoża PPW może występować lokalnie w ich zwietrzelinie i nadległych osadach czwartorzędowych.

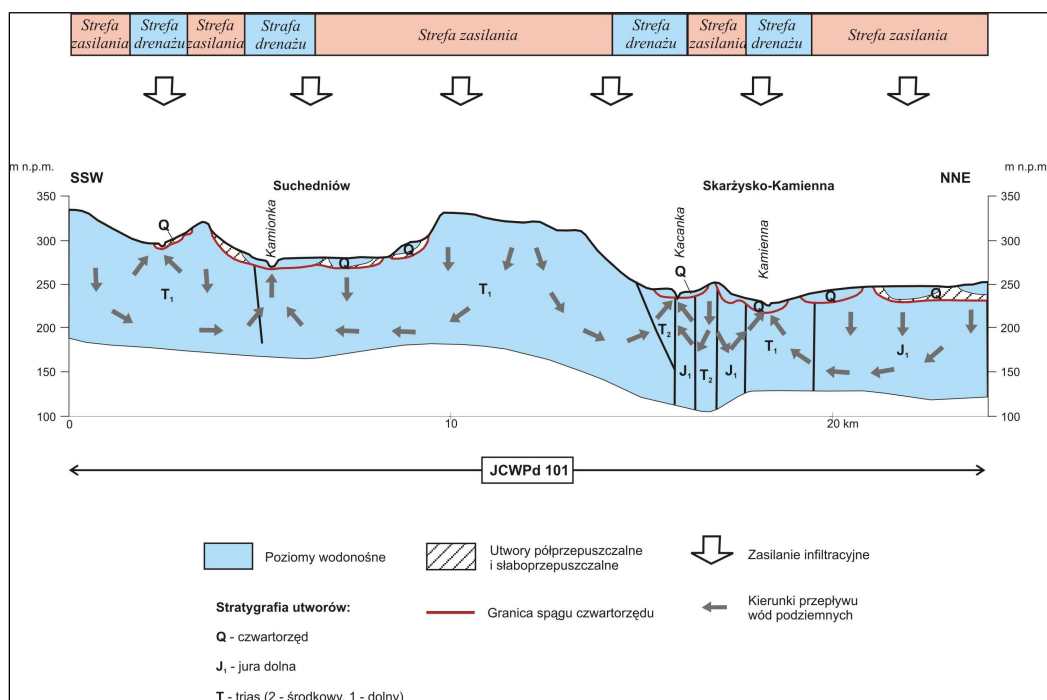
Odporność poszczególnych poziomów wodonośnych na zanieczyszczenie z powierzchni terenu jest wyraźnie zróżnicowana. Brakiem odporności charakteryzuje się PPW w części, gdzie warstwy wodonośne odsłaniają się bezpośrednio na powierzchni terenu i występują w nim wody o zwierciadle swobodnym. Warstwami izolującymi są: nieciągły poziom glin zwałowych o miąższości powyżej 10 m oraz półprzepuszczalne przewarstwienia mułowcowo- ilaste, występujące we wszystkich poziomach za wyjątkiem poziomu środkowotriasowego, o bardzo zmiennym rozprzestrzenieniu.

Zasilanie w obrębie JCWPd nr 101 odbywa się przez infiltrację części opadów atmosferycznych. Na wschodnim odcinku północnej granicy JCWPd, na kontakcie z utworami jury górnej, mają miejsce dopływy i odpływy boczne do JCWPd nr 103. Pozostałe granice JCWPd 101 są hydrodynamiczne i biegną po działach wód podziemnych, które z pewnym przybliżeniem pokrywają się z działami wód powierzchniowych. Naturalnymi strefami drenażu wewnątrz JCWPd są rzeki i cieki powierzchniowe z tym, że dla głębiej położonych warstw wodonośnych jest nią regionalna baza drenażu – dolina rzeki Kamiennej. Funkcję obniżonej bazy drenażu pełnią także liczne ujęcia wód podziemnych. Kierunki krążenia wód podziemnych są często bardzo skomplikowane ze względu na zróżnicowaną przepuszczalność głównie szczelinową warstw wodonośnych i występowanie pomiędzy nimi utworów półprzepuszczalnych. Generalnie jednak wody wszystkich pięter/poziomów wodonośnych odpływają do naturalnych stref drenażu. Oddziaływanie ujęć zaburza ten kierunek tylko lokalnie na niewielkich obszarach (Rysunek 76).

Moduł infiltracji efektywnej jest bardzo zróżnicowany przestrzennie. Zależy od wielkości opadów i przepuszczalności skał odsłaniających się na powierzchni terenu. Średnia jego wartość jest zbliżona do modułu odpływu podziemnego ze zlewni Kamiennej, który wynosi około $7,5 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{km}^2$, ($180 \text{ m}^3/\text{d} \cdot \text{km}^2$).



Rysunek 75. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 101



Rysunek 76. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 101. Źródło: PSH

Tabela 64. Charakterystyka JCWPd nr 101

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
1483.63	Wisła	Mez, lok Pal, lok Q	J	J	86	DOBRY	DOBRY	brak oceny	DOBRY	DOBRY	brak oceny	DOBRY DW

W 2015 r., w granicach JCWPd nr 101 opróbowano 8 punktów pomiarowych. Punkty o numerach 1379, 2324 i 2327 ujmują wody pierwszego kompleksu wodonośnego a pozostałe wody drugiego kompleksu. Zwierciadło w punktach ujmujących pierwszy kompleks wodonośny jest swobodne, a w punktach ujmujących drugi kompleks w większości napięte – poza punktem 1902 (Tabela 65).

Przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych stwierdzono w punkcie nr 1379 w przypadku wartości pH oraz w punkcie 2327 – Fe. Podwyższone wartości tych wskaźników mają charakter geogeniczny. Przekroczenia wartości TV, odnotowane w punkcie nr 2324 dotyczą pH, NO₃ (w zakresie IV klasy jakości) i K (w zakresie V klasy jakości). Przegląd archiwalnych analiz z tego punktu pokazuje, że wysokie stężenia NO₃ i K utrzymują się na podobnym poziomie od momentu rozpoczęcia obserwacji. Z analizy profilu geologicznego tego punktu wynika, że ujmowany poziom nie ma żadnej ochrony od powierzchni terenu w postaci warstw nieprzepuszczalnych. Zestaw wskaźników w zakresie IV i V klasy wskazuje, że jest to prawdopodobnie zanieczyszczenie antropogeniczne, związane z gospodarką rolną. Szacowany zasięg zanieczyszczenia stanowi 12,91% powierzchni analizowanej JCWPd, dlatego stan chemiczny wód kompleksu pierwszego można określić jako dobry.

Wody drugiego kompleksu reprezentowane są przez 5 punktów, a przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego odnotowano w punktach nr 1911 (U) i nr 1902 (NO₃, Cl i K). Obecność tych wskaźników w wodach podziemnych może wynikać ze stosowania nawozów sztucznych. Podwyższone stężenie uranu może występować w obszarach intensywnego stosowania nawozów fosforanowych. Należy zaznaczyć, że w żadnym punkcie nie odnotowano przekroczenia wartości granicznej II klasy jakości w przypadku fosforanów. W obu punktach typ ośrodka ma charakter szczelinowy, co ułatwia przepływ zanieczyszczeń. Szacowany zasięg zanieczyszczenia stanowi 18,10% powierzchni analizowanej JCWPd, dlatego stan chemiczny wód kompleksu drugiego można określić jako dobry.

Stan chemiczny JCWPd nr 101 określono jako dobry dostatecznej wiarygodności. Ze względu na odnotowywane lokalnie przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego, jednostka ta powinna być objęta monitoringiem operacyjnym w kolejnych latach.

W strefie aktywnej wymiany wód podziemnych nie ma zagrożenia ascenją wód słonych lub zdegradowanych. Istnieje jednak zagrożenie płytkich warstw wodonośnych infiltracją zanieczyszczonych wód rzecznych, w przypadku jej wymuszenia eksploatacją ujęć wody. Oddziaływanie na jakość wody istniejących ognisk zanieczyszczeń ma wymiar wyłącznie lokalny i nie zaznacza się w skali regionalnej. Nie stwierdzono zanieczyszczeniami pochodzenia rolniczego. Niemniej jednak na obszarach zabudowy wiejskiej spotykane jest zanieczyszczenie płytkich wód gruntowych związkami azotu, szczególnie na terenach wsi objętych wodociągiem grupowym bez kanalizacji.

Tabela 65. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 101

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
2327	2,6	10,0–14,0	Q	1	III	Fe		DOBRY	DOBRY DW
1379	4,4	20,2–30,0	Q	1	III	pH			
2324	5,8	7,1–9,8	Q	1	V	pH, NO ₃	K		
2038	6,0	23,0–30,0	O+S	2	III			DOBRY	
1902	9,8	16,7–22,0	D2	2	V	NO ₃ , Cl	K		
1911	21,0	28,9–53,0	T1	2	IV	U			
327	32,0	32,0–35,0	D2	2	II				
412	42,0	23,3–53,1	T2	2	II				

Jednolita część wód podziemnych nr 105

Charakterystyka hydrogeologiczna – JCWPd nr 105 położona jest na obszarze dorzecza rzeki Czyżówki – lewobrzeżnego dopływu Wisły w regionie wodnym Górnej Wisły. Powierzchnia obszaru wynosi 163 km². Jej obszar częściowo się pokrywa z obszarami następujących GZWP: Zbiornik (J3) Wierzbiца–Ostrowiec nr 420 oraz Zbiornik (Pg+Ng, J3) Romanówka nr 422 (Tabela 66).

Wody podziemne na obszarze JCWPd nr 105 występują w mezozoicznych utworach węglanowych oraz częściowo w utworach piaskowcowo-mułowcowo-iłwcowych. Reprezentowane są tu zasadniczo dwa piętra wodonośne: jurajskie i kredowe, w obrębie których wydziela się kilka poziomów wodonośnych. Kompleks osadów czwartorzędowych jest nieciągły, o niedużej miąższości, z lokalnymi tylko wystąpieniami zawodnionych osadów piaszczystych. Występujące w nich wody podziemne nie mają znaczenia użytkowego. Są one drenowane przez nieliczne ciekły powierzchniowe, bądź infiltrują w głąb zasilając wody piętra mezozoicznego.

Głównym poziomem użytkowym na obszarze JCWPd w jej północnej i północno-wschodniej części jest górnokredowy poziom wodonośny zbudowany z wapieni i opok (Rysunek 77). Charakteryzuje się porowato-szczelinowymi warunkami przepływu, jest zdyslokowany i pocięty serią uskoków o przebiegu WSW–ENE, które tworzą strefy przepływu o charakterze drenażu liniowego. Cały układ szczelin i uskoków jest systemem intensywnego krążenia wód miejscami sięgającym 150 m. Zwierciadło wód podziemnych jest swobodne i stabilizuje się na głębokości 20–50 m.p.p.t a jedynie w strefie doliny Wisły do 5–15 m. Odpływ wód podziemnych odbywa się w kierunku wschodnim, gdzie podstawę drenażu poziomu kredowego stanowi przepływająca głęboko wcięta dolina Wisła (Rysunek 78). W strefie przydolinnej wody podziemne poziomu kredowego pozostają w łączności hydraulicznej z wodami aluwialnymi doliny Wisły. Zasilanie wód poziomu kredowego, następuje przez infiltrację opadów atmosferycznych na wychodniach oraz poprzez nieciągłą pokrywę czwartorzędową.

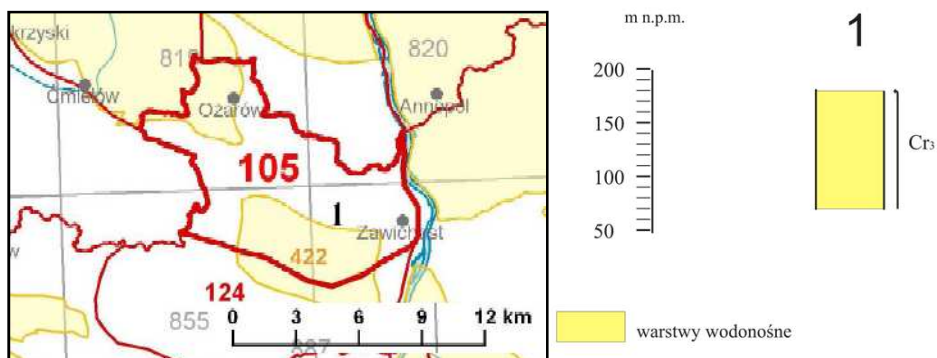
W centralnej części JCWPd nr 105 główny poziom wodonośny związany jest z węglanowymi skałami szczelinowo-krasowymi jury górnej (wapienie płytowe i skaliste oksfordu oraz wapienie i margle kimerydu).

Zasięg występowania tych utworów pokrywa się prawie dokładnie z granicą obszaru GZWP 420 i GZWP 422. Zwierciadło wody przeważnie jest swobodne, rzadko lekko napięte. Miąższość warstwy wodonośnej w rejonie Ożarów jest oceniana na ok. 200 m. Odpływ wód podziemnych z kompleksu wodonośnego J3 odbywa się generalnie w kierunku zachodnim i północno-zachodnim do doliny rzeki Kamiennej. Lokalnie, główny poziom wodonośny wykształcony jest w utworach połączonych jury górnej i triasu.

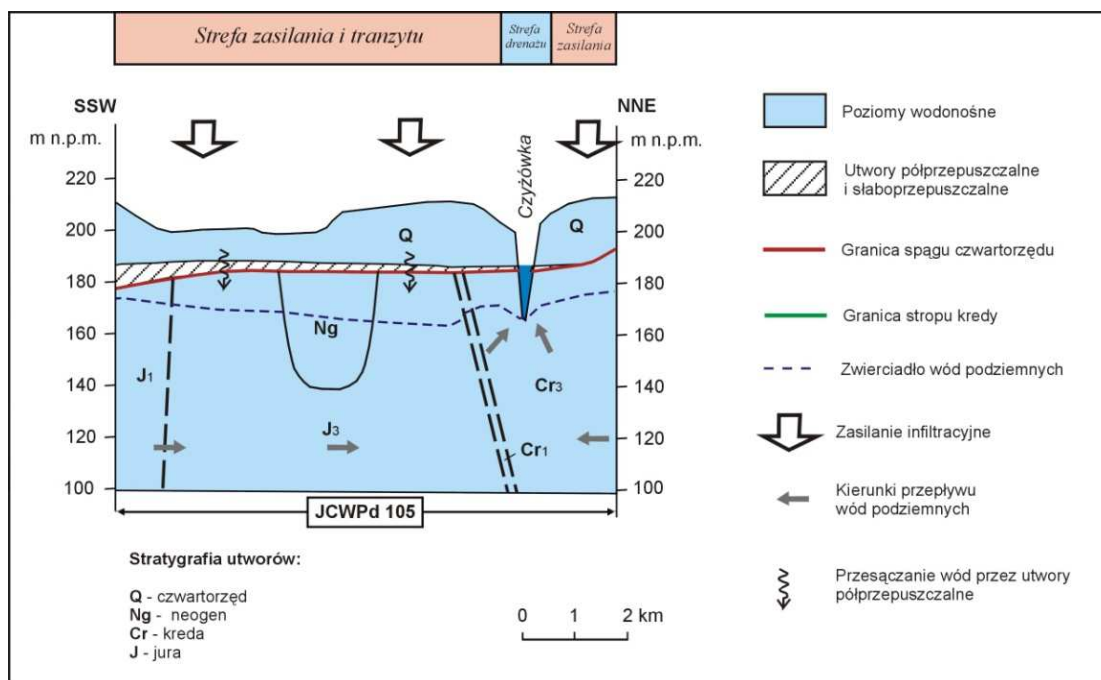
Wschodnia i południowo-wschodnia część JCWPd charakteryzuje się występowaniem głównego użytkowego poziomu wodonośnego w utworach jury dolnej, miejscami jury środkowej. Jest to kompleks utworów słabo przepuszczalnych – głównie mułowców, iłowców i piaskowców. Stopień izolacji użytkowych poziomów wodonośnych jest bardzo zróżnicowany. Stosunkowo dobry jest tylko w jego południowej części w obrębie występowania głównego poziomu użytkowego w utworach jury dolnej. Występuje tu bowiem ciągła i mięzsza pokrywa lessów dość skutecznie izolująca skały zbiornikowe. Pozostały obszar charakteryzuje się słabą izolacją, bądź jej całkowitym brakiem. Dzieje się tak ze względu na brak utworów słabo przepuszczalnych na wychodniach wodonośnych utworów mezozoicznych.

W południowej części JCWPd główny poziom wodonośny występuje w wapieniach jurajskich i lokalnie piaskach paleogeńsko-neogeńskich wypełniających zagłębienia krasowe. Tworzą one wspólny paleogeńsko-neogeński i górnourajski poziom wodonośny. Obszar ten stanowi część zbiornika Romanówka GZWP 422. Jest to zbiornik o charakterze szczelinowo-krasowym. Zwierciadło wody posiada charakter napięty, lokalnie swobodny. W północno-wschodniej części zbiornik Romanówka graniczy z utworami kredy niecki lubelskiej. Od zachodu zbiornik ograniczony jest uskokiem stanowiącym przedłużenie fleksury Sienno–Ożarów. W kierunku południowo-wschodnim strop jury obniża się i leżą na nim utwory paleogeńsko-neogeńskie zapadliska przedkarpackiego. Zbiornik zasilany jest głównie przez dopływ wód podziemnych z kierunku zachodniego i północno-zachodniego.

Poziom wodonośny w utworach jury dolnej występuje w kompleksie piaskowcowo-mułowcowo-iłowcowym. Układ hydrostrukturalny jest jedno lub wielowarstwowy o słabo rozwiniętej tektonice. Zwierciadło wody ma charakter naporowy. Od wschodu poziom dolnourajski graniczy z poziomem wodonośnym jury górnej wzdłuż przechodzącej tu fleksury Sienno–Ożarów (Rysunek 78).



Rysunek 77. Profil geologiczny i jego lokalizacja w JCWPd nr 105



Analizowany obszar w ok. 90% wykorzystywany jest do celów rolniczych. Stwierdzone, także w poprzednich latach zanieczyszczenie wód podziemnych azotanami, fosforanami i potasem może być wynikiem działalności rolniczej i nieprawidłowej gospodarki komunalnej. Stąd na jakość wód wpływ może mieć stosowanie nawozów azotowych i potasowych, odpady produkcji zwierzęcej (gnojowica) i rolniczej (kiszonki). Wpływ może mieć także nieuporządkowana gospodarka ściekowa w obszarach zabudowy wiejskiej (Witczak, Kania, Kmiecik, 2013).

Tabela 67. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 105

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
1403	14,2	14,2–27,2	K2	1	V	TOC	K, NO ₃	DOBRY	DOBRY NW
2911	34,0	67,1–94,1	K2	2	II			DOBRY	
1397	12,2	20,4–28,0	J3	2	III				

Jednolita część wód podziemnych nr 116

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 116 obejmuje swym zasięgiem subregion Środkowej Odry a jego powierzchnia wynosi 2921 km². Na obszarze jednostki wydzielono łącznie 6 głównych zbiorników wód podziemnych o numerach: 327 – zbiornik (T1,2) Lubliniec–Myszków, 328 – zbiornik (Q) Dolina kopalna Małej Panwi, 333 – zbiornik (T2) Opole–Zawadzkie, 334 – zbiornik (Q) Dolina kopalna Małej Panwi, 335 – zbiornik (T1) Krapkowice–Strzelce Opolskie i 336 – zbiornik (Cr2) Niecka opolska (Rysunek 79, Tabela 68).

Na obszarze JCWPd nr 116 wydzielono cztery główne użytkowe pietra wodonośne: czwartorzędowe, neogėnskie, kredowe i triasowe.

Główny użytkowy poziom wodonośny wykształcony w utworach czwartorzędowych występuje w obrębie różnych genetycznie osadów: poziom wodonośny w osadach fluwioglacjalnych i wydmych wysoczyzny; poziomy wodonośny dolin kopalnych; poziom wodonośny współczesnej doliny Odry i jej dopływów.

Poziom wodonośny w osadach fluwioglacjalnych wysoczyzn ma charakter nieciągły. Jest związany z piaszczysto-żwirowymi osadami plejstocenu, o miąższości od kilku do kilkunastu metrów, zalegającymi na glinie zwałowej. Zwierciadło wody jest swobodne, zalega na głębokości 0,5–15 m. Warstwa wodonośna jest zasilana bezpośrednio przez opady atmosferyczne. Spływ wód generalnie odbywa się ku dolinie Odry, która jest regionalną osią drenażu. Parametry hydrogeologiczne są znacznie zróżnicowane, co jest związane z dużą zmiennością wykształcenia litologicznego warstwy wodonośnej. Poziom ten często jest w więzi hydraulicznej z poziomami neogenu i kredy.

Najbardziej zasobnym czwartorzędowym poziomem wodonośnym jest poziom doliny kopalnej Małej Panwi. Miąższość osadów piaszczystych lokalnie przekracza 90 m. Również znaczne miąższości warstw wodonośnych mogą być związane z kopalnym systemem pra-Odry. Dolinę wypełniają osady zlodowacenia południowo- i środkowopolskiego, powyżej których leżą osady rzeczne oraz wydmy, które maskują obecność doliny kopalnej. Zwierciadło wody jest swobodne, poziom wodonośny jest zasilany bezpośrednio przez wody opadowe. Odpływ wód podziemnych odbywa się ku Odrze. Miąższość warstwy wodonośnej jest tu nieco większa niż na obszarach wysoczyzny i waha się w przedziale 20–44 m. W obrębie doliny obserwuje się wypłyenia i nieciągłości w jej przebiegu.

Poziom wodonośny współczesnej doliny Odry jest związany z piaszczysto-żwirowymi aluwiami holocėnskimi oraz tarasami rzecznyymi. Na przeważającej części obszaru pozbawiony jest izolacji. Miąższość warstw zawodnionych jest niewielka, najczęściej rzędu kilku metrów. Spływ wód odbywa się ku Odrze będącej regionalną osią drenażu. Zwierciadło wody ma charakter swobodny, występujący na głębokości 2–8 m, ulegając sezonowym wahaniom. Miąższość warstw zawodnionych w dolinie Odry jest niewielka, rzędu kilku, kilkunastu

metrów. Zasilanie tego poziomu następuje bezpośrednio wodami opadowymi w wyniku infiltracji. Opisane poziomy w obrębie czwartorzędowego piętra wodonośnego często pozostają w łączności hydraulicznej

Neogeńskie piętro wodonośne związane jest z przewarstwieniami piaszczystymi w kompleksie ilastym serii poznańskiej. Utwory wodonośne występują w formie wielu warstw i soczew o nieregularnym rozprzestrzenieniu, zróżnicowanym składzie granulometrycznym i zmiennych miąższościach, na głębokościach od kilkunastu do 60 m. Tkwią one w obrębie serii ilasto-mułkowej, utrudniającej alimentację i odnawialność zasobów warstw wodonośnych. Miąższość warstw wodonośnych dochodzi do 45 m.

Główny poziom użytkowy w piętrze neogeńskim stanowią osady miocenne osiągające największą miąższość (do 100 m) w południowo-zachodniej części JCWPd. Warstwa wodonośna związana jest z różnoziarnistymi piaskami, często pylastymi. Zwierciadło wody jest swobodne lub pod niewielkim ciśnieniem. Warstwa zasilana jest bezpośrednio przez wody opadowe lub pośrednio przez utwory czwartorzędowe. Spływ wód neogeńskich odbywa się ku Odrze. Ogólnie izolacja poziomu wodonośnego jest zmienna, zwykle niewielka (rzędu kilku, kilkunastu metrów), o charakterze nieciągłym, wzrastająca ku zachodowi i w kierunku południowym.

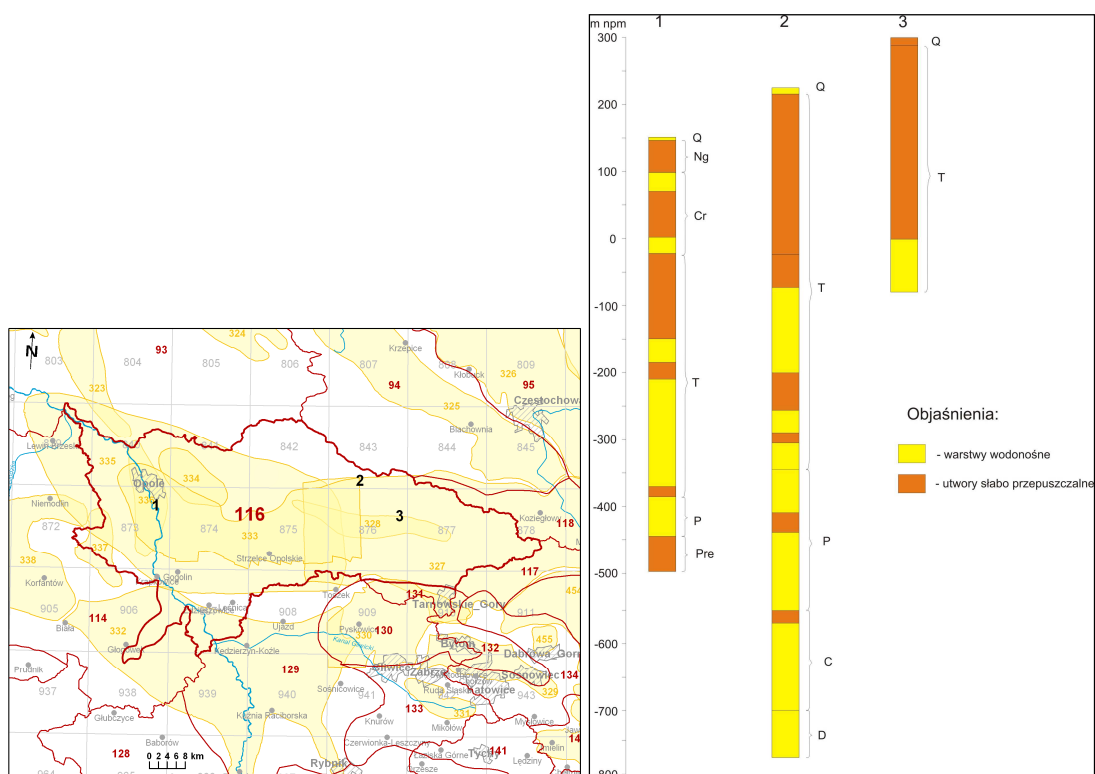
W rejonie Opola główny użytkowy poziom wodonośny wykształcony jest w utworach kredy, lokalnie połączonej z poziomami wodonośnymi czwartorzędu i triasu. Kredowe piętro wodonośne związane jest przede wszystkim z poziomem cenomańskim, wykształconym w postaci piasków i piaskowców związanych z depresją opolską. Ich miąższość w rejonie Opola jest rzędu kilku metrów i wzrasta ku zachodowi do około 40 m. W strefie wychodni zwierciadło wody jest swobodne, w miarę obniżania się warstwy piaskowców w kierunku zachodnim zwierciadło wody staje się subartezyjskie. Poziom ten jest zasilany w strefie wychodni poprzez infiltrację wód opadowych lub pośrednio przez spękane margle turońskie oraz przez ascenzję wód triasowych. Spływ wód odbywa się ku Odrze. Wschodnie granice zbiornika określa pas wychodni piaskowców cenomańskich. W miarę zapadania warstw piaskowca ku zachodowi, pod warstwy turońskie, spada jego zasobność oraz szybko wzrasta mineralizacja wody.

Na przeważającej części JCWPd użytkowym piętrzem wodonośnym jest triasowe piętro wodonośne. Wyróżnić można dwa zasadnicze poziomy wodonośne: wapienia muszlowego i pstrego piaskowca często połączonego z retem.

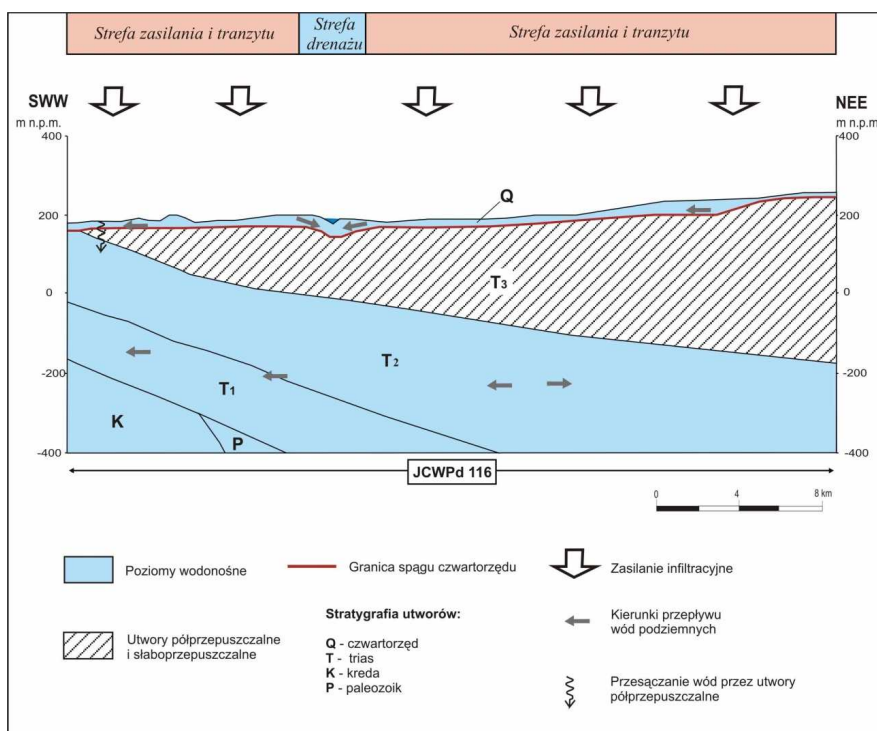
Wody w utworach środkowego i dolnego wapienia muszlowego są związane z wapieniami i bez warstw gogolińskich, są one wodonośne jedynie w strefie wychodni, co wiąże się ze szczelinami wietrzeniowymi. Miąższość osadów wodonośnych poziomu wapienia muszlowego ocenia się na około 180–200 m a poziomu retu na około 60–100 m. Zgodnie z monoklinalnym zaleganiem osadów triasu, głębokość stropu osadów węglanowych zwiększa się ku północy i północnemu wschodowi od ok 15 do ponad 400 m. Pokrywą osadów węglanowych stanowi nieprzepuszczalny kompleks ilowcowo-mułcowy osadów kajpru i retyku. Poziomy wapienia muszlowego i retu reprezentują zbiornik typu szczelinowo-krasowego. Przepływ wód w poziomach węglanowych odbywa się w kierunku zachodnim i północno-zachodnim. Zasilanie poziomów odbywa się na wychodniach osadów wapienia muszlowego i retu. Zasadniczą naturalną strefę drenażu stanowi dolina Odry oraz strefy tektoniczne, gdzie występują połączenia poziomu wapienia muszlowego i retu z wyżej leżącymi poziomami wodonośnymi kredy, neogenu i czwartorzędu. Izolacja poziomu wodonośnego ogólnie jest dobra. W dolinie Odry na utworach wapienia muszlowego leżą czwartorzędowe piaski i żwiry rzeczne oraz piaski i piaskowce.

Poziom wodonośny środkowego i dolnego pstrego piaskowca tworzy rozległy zbiornik. Zasilanie odbywa się na wychodniach a przepływ wód ma kierunek północno-zachodni. Miąższość zawadzionych piaskowców wynosi średnio ok 130 m. Zwierciadło wody często ma charakter subartezyjski i artezyjski. Poziom pstrego piaskowca jest dobrze izolowany miąższem utworów triasu i kredy oraz utworami kenozoicznymi. Spękania o charakterze tektonicznym stwarzają uprzywilejowane strefy przepływu wód pstrego piaskowca do wyżej leżących osadów wapienia muszlowego (Rysunek 80).

Lokalnie utwory pstrego piaskowca kontaktują się z piaskowcami i zlepieńcami permu (czerwony spągowiec) na głębokości około 530 m. Tworzą łącznie z pstrym piaskowcem wspólny naporowy horyzont wodonośny. Stwierdzono również wspólne poziomy wodonośne z utworami karbonu i dewonu, jednakże mają one znaczenie podrzędne.



Rysunek 79. Profil geologiczny i jego lokalizacja w JCWPd nr 116



Rysunek 80. Schemat przepływu wód podziemnych w JCWPd nr 116. Źródło: PSH

Tabela 68. Charakterystyka JCWPd nr 116

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
2921,25	Odra	Q, K ⁽¹⁻²⁾ , T ⁽¹⁻²⁾ , P, C, D	Q, T	T	75	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	brak oceny	DOBRY DW

Pomimo zidentyfikowania na terenie JCWPd nr 116 presji rolniczej, w obszarze jednostki nie wyznaczono obszarów szczególnie narażonych na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzenia rolniczego. Istotnym problemem jednostki jest niedostateczna sanitacja obszarów wiejskich i rekreacyjnych jak również presja związana z intensywną eksploatacją surowców węglanowych.

Ze względu na skomplikowaną budowę geologiczną obszaru oraz występowanie wielu warstw wodonośnych, w ramach monitoringu operacyjnego 2015 na terenie JCWPd nr 116 opróbowano łącznie 22 punkty pomiarowe. Wody pierwszego kompleksu wodonośnego ujmowane są przez 7 punktów pomiarowych, drugiego przez 12 punktów, a trzeciego – przez 3 punkty (Tabela 69).

Na podstawie przeprowadzonych badań, wody z punktów ujmujących pierwszy kompleks wodonośny zaklasyfikowano do III (2 punkty), IV (3 punkty) i do V (2 punkty) klasy jakości. O wyznaczeniu V klasy jakości zadecydowały podwyższone stężenia NO_3 , K i Ni. Po uśrednieniu wyników oznaczeń poszczególnych wskaźników ze wszystkich punktów ujmujących pierwszy kompleks wodonośny, tylko w przypadku Ni stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego. W przypadku średnich wartości stężeń, policzonych dla pierwszego kompleksu wodonośnego, wartości stężeń Fe i K przekraczają 75% wartości progowej stanu dobrego wód podziemnych. Szacowany zasięg zanieczyszczenia stanowi 18,23% powierzchni całej JCWPd, w związku z tym, stan chemiczny kompleksu można uznać za dobry.

Wśród 12 punktów ujmujących drugi kompleks wodonośny, w punktach nr 901, 2660 i 2714 stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu w przypadku NO_3 i K. Punkty te zafiltrowane są znacznych głębokościach (odpowiednio 36,0–48,0 m, 73,0–101,0 m i 66,3–149,0). Typ ośrodka ma charakter szczelinowy, co niestety ułatwia przepływ zanieczyszczeń. Przegląd wartości stężeń NO_3 w tych punktach wskazuje, że od kilku lat utrzymują się one w zakresie stężeń odpowiadającym IV klasie jakości. W punkcie 2658 odnotowano przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego w przypadku Mo. Analizując wyniki oznaczeń z poprzednich lat, średnia wartość stężenia Mo wynosi 0,019 mg/l, a pojedyncze wartości mieściły się w zakresie od II do V klasy jakości. Podwyższone stężenia tego wskaźnika mogą pochodzić ze ścieków. Po uśrednieniu wyników oznaczeń poszczególnych wskaźników ze wszystkich punktów ujmujących drugi kompleks wodonośny, nie odnotowano przekroczenia ani wartości progowej dobrego stanu chemicznego ani jej 75%. Szacowany zasięg zanieczyszczenia, obliczony na podstawie stosunku jednostek hydrogeologicznych do granic JCWPd nr 116 wynosi 18,6%, w związku z tym, stan chemiczny kompleksu można uznać za dobry.

Pośród punktów reprezentujących wody trzeciego kompleksu wodonośnego, tylko u punkcie 371, ujmującym permskie piętro wodonośne i zafiltrowanym na głębokości od 535 do 590 m, odnotowano przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego w przypadku Ca, K i SO_4 . Wartość pomierzonej PEW, w próbce pobranej z tego punktu, wynosi 1545 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Punkt ten ujmuje wody zmineralizowane i dlatego jest wyłączony z oceny. W kolejnych kampaniach pomiarowych, nie będzie on już opróbowywany w ramach monitoringu chemicznego. W pozostałych punktach ujmujących ten kompleks nie odnotowano przekroczenia wartości progowej, dlatego jego stan chemiczny określa się jako dobry.

W związku z tym, że sumaryczny zasięg zanieczyszczenia nie przekracza 40% powierzchni JCWPd nr 116, a także dlatego, że jakość wód podziemnych kształtowana jest czynnikami naturalnymi, stan chemiczny jednostki określono jako dobry, dostatecznej wiarygodności. Ze względu na odnotowane przekroczenia wartości progowej takich wskaźników jak K, NO_3 , Mo i Ni, jednostka ta powinna być nadal objęta monitoringiem operacyjnym.

Tabela 69. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 116

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
1868	1,5	b.d.	Q	1	V	NO_3	K	DOBRY	DOBRY DW
1055	1,7	8,3–9,3	Q	1	V	Fe, pH	Ni		
370	2,0	25,0–33,0	Q	1	III	Fe			
2662	8,0	16,0–22,5	Q	1	IV	NO_3			

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonosnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonosnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonosny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonosnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
2664	9,3	48,0–58,0	T2	1	IV	NO ₃			
1836	11,0	30,0–55,0	Q	1	IV		Fe		
2659	50,0	56,0–70,0	T1	1	III				
617	2,6	61,0–87,0	Q	2	III	Fe		DOBRY	
1325	8,1	8,1–12,0	T	2	II				
2712	17,0	41,0–43,0	K2	2	II				
879	18,0	18,0–21,0	Q	2	II				
1838	18,0	23,0–28,0	Q	2	II				
901	23,0	36,0–48,0	T1	2	IV	NO ₃			
878	63,0	60,0–70,0	T2	2	II				
2660	70,9	73,0–101,0	T2	2	IV	NO ₃			
2658	75,0	75,0–96,0	T	2	V		Mo		
877	80,0	120,0–165,0	T2	2	II				
2714	89,0	66,3–149,0	T2	2	IV	K, NO ₃			
373	169,0	169,7–181,0	K2	2	III				
2656	27,5	32,5–75,5	T1	3	II			DOBRY	
372	302,0	302,0–367,0	T2	3	III	temp			
371*	535,0	535,0–590,0	P1+2	3	V	Ca	K, SO ₄		

* – punkt wyłączony z oceny stanu, ujmuje wody zmineralizowane

Jednolita część wód podziemnych nr 122

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 122 położona jest w obrębie regionu Górnej Wisły i ma powierzchnię 1740 km². Jest to obszar występowania wód podziemnych w utworach wodonosnych czwartorzędu i neogenu (Tabela 70).

Piętro czwartorzędowe na terenie jednostki związane jest głównie z dolinami rzek: Wisły, Kanału Strumień, Wschodniej oraz Czarnej Staszowskiej. Użytkowe poziomy wodonosne występują w aluwialach w/w dolin rzecznych i często nie są izolowane. Zasilanie odbywa się na drodze bezpośredniej infiltracji wód opadowych.

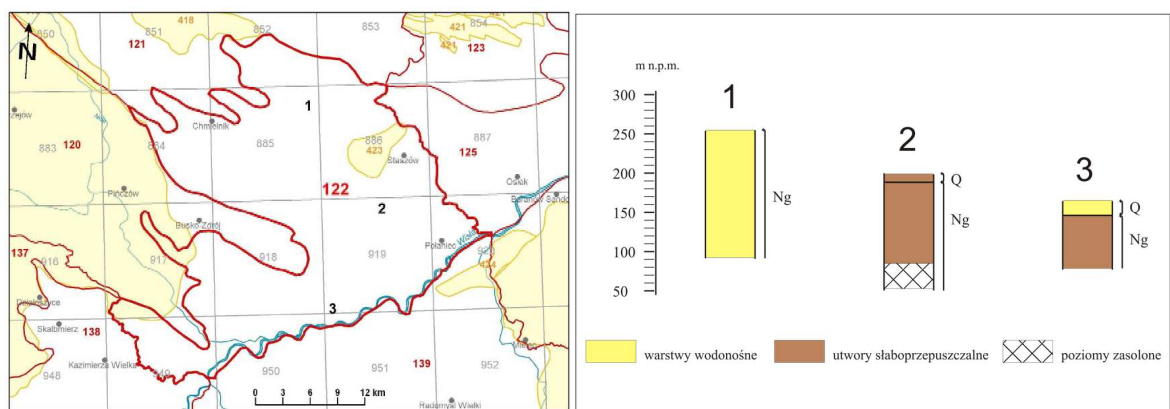
Dolina Wisły i jej dopływu Kanału Strumień: Poziom wodonosny zbudowany jest z piaszczysto-żwirowych osadów rzecznych doliny Wisły i jej dopływu Kanału Strumień. Miąższość warstwy wodonosnej wynosi od 5 do 10 m. Większe miąższości w przedziale 10–20 m stwierdzono tylko w dolinie kopalnej Wisły (na północ od jej obecnego koryta). Swobodne zwierciadło wody występuje na głębokości do 5 m poniżej powierzchni terenu.

Dolina Wschodniej: Warstwę wodonosną budują osady piaszczyste głównie piaski drobnoziarniste o maksymalnej miąższości 10–20 m. Strefa aeracji nie przekracza 5 m.

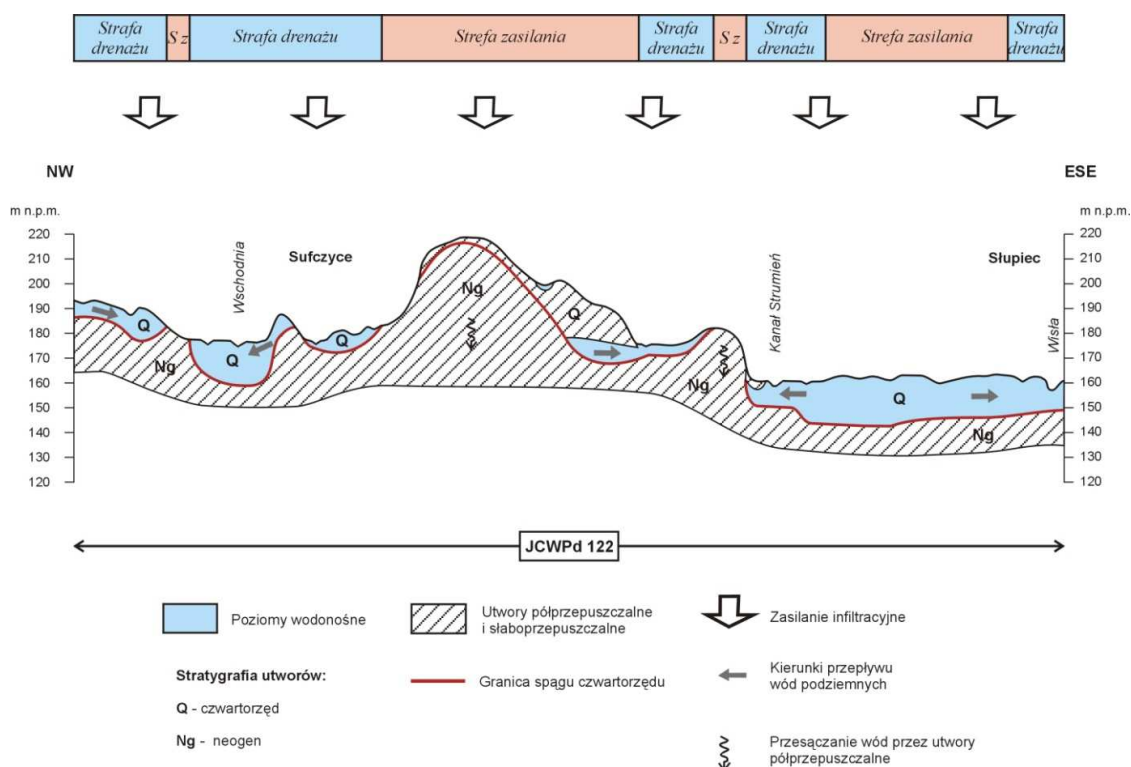
Dolina Czarnej Staszowskiej: Poziom wodonosny stanowią piaski i żwiry rzeczne o miąższości od 5 do 20 m (lokalnie nie przekracza 5–10 m). Swobodne zwierciadło wody kształtuje się na głębokości od 5 do 15 m poniżej powierzchni terenu, lokalnie płycej.

Piętro neogenu reprezentowane jest przez osady wodonosne miocenu, które stanowią poziom o znaczeniu użytkowym w północnej części omawianej JCWPd. Litologia mioceńskich utworów wodonosnych jest bardzo zróżnicowana. Są to: piaski i żwiry, wapienie organodetrytyczne, piaskowce wapienno-kwarcowe, wapienie piaszczyste oraz wapienie litotamniowe. Miąższość warstwy wodonosnej jest zmienna i waha się od 7 do ok. 60 m. Zwierciadło wód podziemnych najczęściej jest swobodne i występuje na głębokości od 1 do 26 m poniżej powierzchni terenu (Rysunek 81, Rysunek 82).

Ponad połowa obszaru omawianej JCWPd pozbawiona jest użytkowego poziomu wodonosnego. Jest to spowodowane płytko zalegającymi ilasto-mułkowcowymi osadami miocenu (iły krakowieckie).



Rysunek 81. Profile geologiczne i ich występowanie w JCWPd nr 122.



Rysunek 82. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 122. Źródło: PSH

Tabela 70. Charakterystyka JCWPd nr 122

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
1740,45	Wisła	Q, J ₃ , T ₃ , T ₂ , T ₁ , P ₃ , D _{2,3}	Q	Q	40	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	SŁABY	SŁABY	SŁABY DW

W JCWPd nr 122 nie występują obszary szczególnie narażone na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzenia rolniczego. Istotnym problemem jest niedostateczna sanitacja obszarów wiejskich i rekreacyjnych.

Do oceny stanu wód podziemnych JCWPd nr 122 wykorzystano dane z pięciu punktów pomiarowych. Wszystkie punkty reprezentują pierwszy kompleks wodonośny, a głębokość do stropu warstwy wodonośnej wynosi od 1,5 do 17 m p.p.t.

Przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego odnotowano tylko w dwóch próbkach wody pobranych z piętra czwartorzędowego i tylko w przypadku Fe, Mn i NH₄. W obu punktach klasa jakości została

zmieniona ekspercko do IV, ze względu na to, że wartości stężeń wymienionych wskaźników sugerują ich geogeniczne pochodzenie. Ponadto stwierdzono przekroczenie 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego dla SO_4 w punkcie nr 1404.

Próbki wód pobrane z mioceńskiego poziomu wodonośnego zaklasyfikowano do III klasy jakości (Tabela 71). W żadnym z punktów nie odnotowano przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego, dlatego stan chemiczny JCWPd nr 122 określono jako dobry dostatecznej wiarygodności.

Ze względu na występowanie zanieczyszczenia we wcześniejszych opróbowaniach, a także na istotny problem z niedostateczną sanitacją obszarów wiejskich i rekreacyjnych, zaleca się kontynuację monitoringu operacyjnego w JCWPd nr 122.

Tabela 71. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 122

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
499	15,3	b.d.	NgM	1	III			DOBRY	DOBRY DW
1404	1,5	3,6–5,6	Q	1	IV	NH ₄	Fe, Mn		
2665	9,5	9,7–13,7	Q	1	IV		Fe, Mn		
1831	16,4	36,9–58,0	NgM	1	III				
500	17,0	26,0–39,0	NgM	1	III				

Jednolita część wód podziemnych nr 123

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 123 znajduje się w regionie wodnym Środkowej Wisły pasie wyżyn i zajmuje powierzchnię 539 km² (Tabela 72). Jej obszar częściowo się pokrywa z obszarem GZWP nr 421 – Zbiornik (D_{2,3}) Włostowa. Skomplikowana budowa geologiczno-strukturalna obszaru powoduje znaczne zróżnicowanie warunków hydrogeologicznych. Zbiorniki wód podziemnych o znaczeniu użytkowym występują w utworach czwartorzędu, triasu, permu oraz dewonu górnego i środkowego. Utwory staropaleozoiczne i karbońskie są natomiast niewodonośne (Rysunek 83).

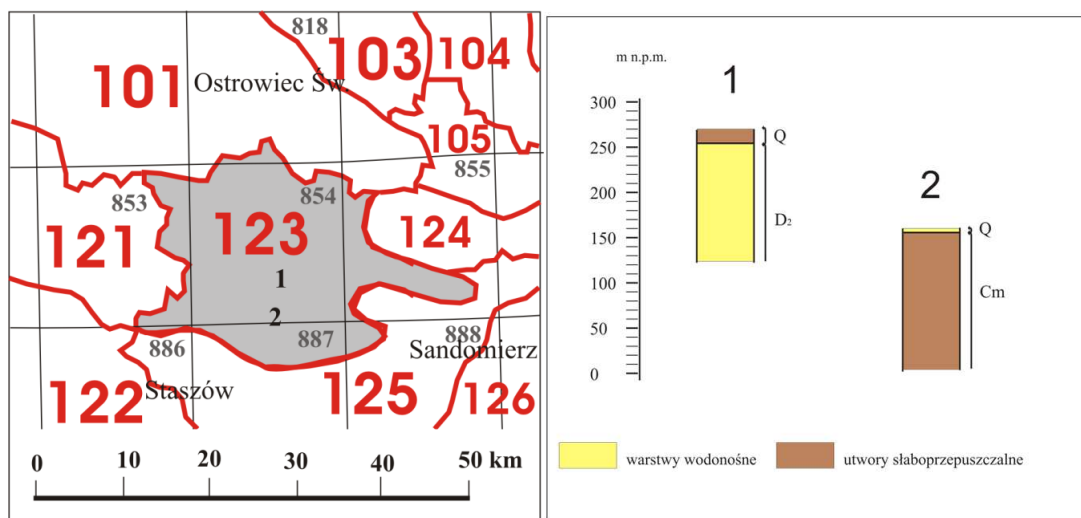
Piętro czwartorzędowe o znaczeniu użytkowym posiada niewielkie rozprzestrzenienie. Osady wodonośne występują w południowej części JCWPd w dolinie Koprzywianki. Główny użytkowy poziom wodonośny tworzą piaski i żwiry rzeczne.

Triasowe piętro wodonośne występuje w północno-wschodniej części JCWPd. Stanowią go zlepieńce i piaszkowce pstrego piaszkowca, budujące zbiornik porowo-szczelinowy o miąższości około 130 m. Zwierciadło wody jest napięte, a wielkość naporu wynosi ok. 15 m. Zwierciadło wody występuje na głębokości od kilkunastu do 50 m. a miąższość warstwy wodonośnej wynosi powyżej 80 m.

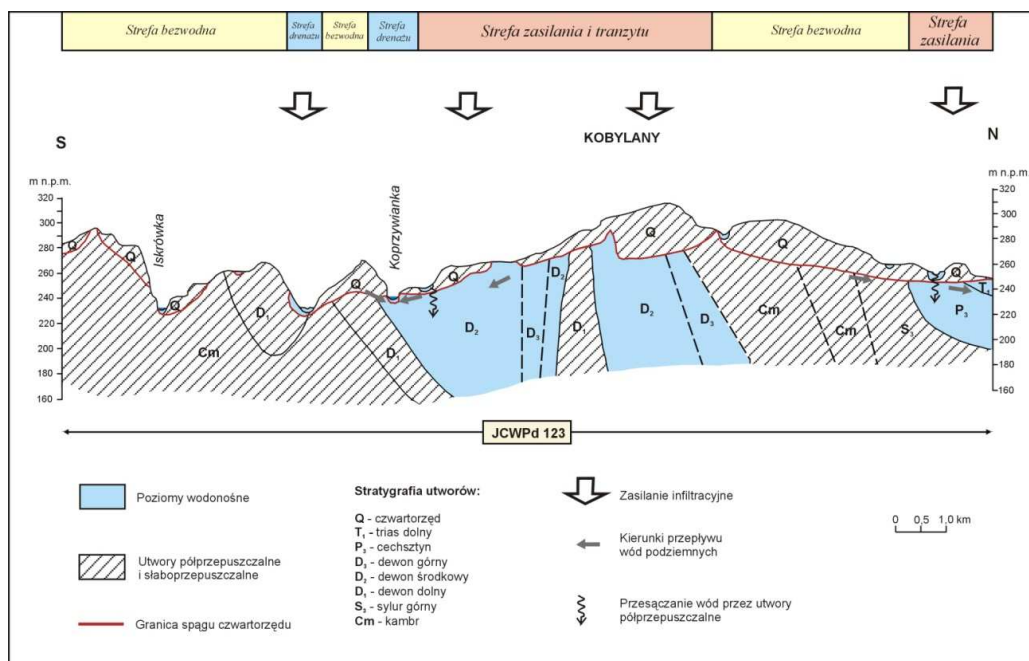
Permskie piętro wodonośne występuje również w północno-wschodniej części JCWPd. Tworzą je zlepieńce cechsztynu (perm górny) składające się przeważnie z otoczków wapieni, dolomitów i piaszczowców dewońskich spojonych lepszczem wapienistym. Budują one użytkowy zbiornik szczelinowy o miąższości warstw wodonośnych około 130 m. Zwierciadło wody w skali regionalnej ma charakter swobodny i tylko lokalnie jest naporowe. Wielkość naporu nie przekracza 8 m. natomiast strop warstwy wodonośnej występuje na głębokości od kilku do 27 m.

Dewońskie piętro wodonośne występuje głównie w centralnej części JCWPd pokrywając się swym zasięgiem z GZWP nr 421. Stanowią go wapienie margliste, margle i dolomity dewonu środkowego wraz z wapieniami i wapieniami marglistymi dewonu górnego (franu). Tworzą one poziom wodonośny o charakterze szczelinowo-krasowym. Jest to poziom nieciągły i występuje w postaci odizolowanych od siebie wąskich zbiorników wodonośnych związanych z różnymi strukturami geologicznymi. Największe z nich to synklina żernicko-karwowska i synklina sobiekursko-grocholicka. Przyjmuje się, że głębokość strefy aktywnego krążenia

wód podziemnych sięga w nich do 150 m. Zwierciadło wody w skali regionalnej posiada charakter swobodny. Występuje ono na głębokości od kilku do 30 m. Zróżnicowanie litologiczne utworów dewonu oraz różny stopień zaangażowania tektonicznego. Skrasowienia wapieni i dolomitów są przyczyną dużej zmienności ich parametrów hydrogeologicznych. Najkorzystniejsze warunki hydrogeologiczne istnieją w wapieniach żywełu wyróżniających się najwyższym stopniem spękania i skrasowienia. Osady najwyższej części dewonu górnego (margle ilaste, łupki margliste) są bardzo nisko wodonośne i nie stanowią już użytkowego poziomu wodonośnego. Niewodonośne są także skały starszego paleozoiku (kambru, syluru, dewonu dolnego) wykształcone jako łupki, iłowce i piaskowce kwarcytowe (Rysunek 84).



Rysunek 83. Profile geologiczne i ich występowanie w JCWPd nr 123



Rysunek 84. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 123. Źródło: PSH

Tabela 72. Charakterystyka JCWPd nr 123

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
539,02	Wisła	Q, D ₂	Q	T-P	50	DOBRY	DOBRY	DOBRY NW	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY NW

Podczas monitoringu operacyjnego 2015 w granicach JCWPd nr 123 opróbowano 2 punkty sieci monitoringu wód podziemnych, o głębokościach do stropu warstwy wodonośnej 13 i 25 m, ujmujące dewońskie piętro wodonośne. Punkt nr 1218 reprezentuje pierwszy kompleks wodonośny, a punkt nr 294 – drugi kompleks. Na podstawie przeprowadzonych badań, wody zaklasyfikowano do III klasy jakości (Tabela 73). Tylko w przypadku azotanów stwierdzono przekroczenie 75% wartości progowej stanu dobrego w punkcie 1218. Stan chemiczny JCWPd nr 123 określono jako dobry. Jednak ze względu na małą liczbę punktów, poziom wiarygodności oceny należy uznać za niski. W kolejnych latach zaleca się zwiększenie liczby opróbowanych punktów na terenie jednostki.

W JCWPd nr 123 nie występują obszary szczególnie narażone na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzenia rolniczego. Istotnym problemem jest niedostateczna sanitacja obszarów wiejskich i rekreacyjnych.

Tabela 73. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 123

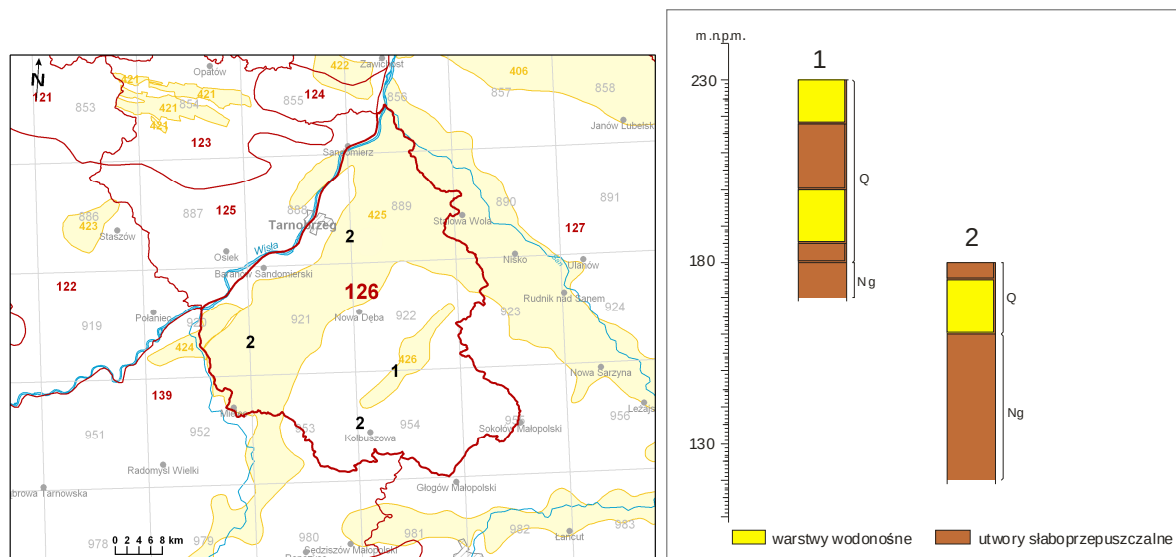
Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
1218	13	30,5–35,5	D2	1	III			DOBRY	DOBRY NW
294	25	34,7–42,9	D2	2	III			DOBRY	

Jednolita część wód podziemnych nr 126

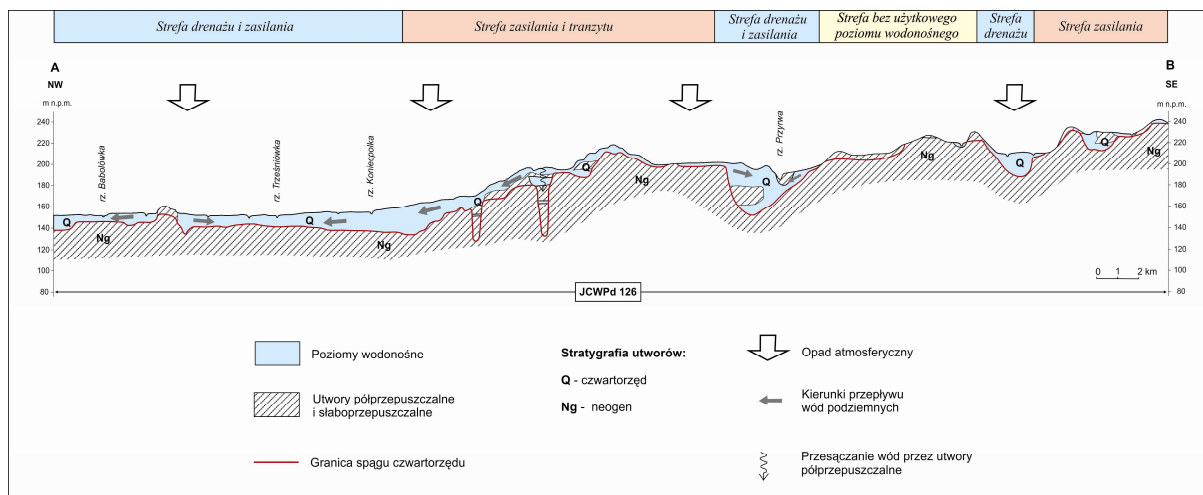
Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 126 położona jest w regionie wodnym Górnej Wisły w pasie Północnego Podkarpacia. Powierzchnia obszaru wynosi 1 892,3 km² (Tabela 74). Jej obszar częściowo pokrywa się z następującymi GZWP: Zbiornik (QDK) Dębica-Stalowa Wola-Rzeszów nr 425, Dolina kopalna Kolbuszowa nr 426, Dolina Borowa nr 424 (Rysunek 85). Na obszarze JCWPd główne znaczenie użytkowe ma czwartorzędowy poziom wodonośny.

JCWPd położona jest na obszarze zapadliska przedkarpackiego. Główny użytkowy poziom wodonośny tworzą czwartorzędowe piaski różnej granulacji z domieszką żwiru i otoczków. Osady te są pochodzenia rzeczno i rzecznołodowcowego. Generalnie utwory gruboziarniste (żwiry, piaski gruboziarniste) występują w spągowej partii warstwy wodonośnej natomiast drobniejsze w partii stropowej. Miejscami w warstwie wodonośnej występują przewarstwienia lub wkładki utworów słabo przepuszczalnych (mułkowo-ilastych). Miąższość ich jest zmienna, od 5 do 30 m, ale na większości obszaru mieści się w przedziale 10–20 m. Spoczywają one na erozyjnie nierównym stropie trzeciorzędowych iłów krakowieckich. Zwierciadło wód podziemnych ma charakter swobodny i przeważnie występuje na głębokości 1–5 m, a w rejonach wydmych na głębokości od 2 do 15 m. W rejonach gdzie miejscami występują namuły, zwierciadło wód podziemnych może mieć charakter napięty. Brak utworów wodonośnych obserwuje m.in. na terenie np. Wysoczyzny Kolbuszowskiej czy w rejonie Skopanie-Suchorzów-Dąbrowica (Garb Tarnobrzegi), gdzie bezpośrednio na powierzchni odsłaniają się ropy miocenne lub są przykryte tylko glinami zwałowymi oraz piaskami lodowcowymi o niewielkiej miąższości (Rysunek 86).

Kształt powierzchni zwierciadła wody podziemnej, jak wynika z rozkładu hydroizohips, wykazuje związek hydrauliczny z wodami powierzchniowymi. Bazą drenażu wód podziemnych jest rzeka Wisła, oraz mniejsze rzeki na obszarze JCWPd, takie jak Trześniówka czy Łęg. Czwartorzędowy użytkowy poziom wodonośny zasilany jest poprzez infiltrację opadów atmosferycznych. Na znacznych obszarach brak jest przykrycia osadami słabo przepuszczalnymi, zwierciadło występuje płytko, więc infiltracja opadów jest bardzo ułatwiona. Warunki hydrogeologiczne uległy zmianie w strefach otworowej eksploatacji siarki.



Rysunek 85. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 126



Rysunek 86. Schemat przepływu wód podziemnych w JCWPd nr 126. Źródło: PSH

Tabela 74. Charakterystyka JCWPd nr 126

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
1 892,3	Wisła	Q,	Ken, Q	Q	98	SŁABY	SŁABY	SŁABY	DOBRY	SŁABY	SŁABY	SŁABY

W granicach JCWPd nr 126, w 2015 r., w ramach monitoringu operacyjnego opróbowano 10 punktów pomiarowych. Głębokość do stropu warstwy wodonośnej wynosi od 0,2 do 7,4 m p.p.t. W zakresie stężeń odpowiadającym V klasie jakości odnotowano stężenia Mn, Fe, TOC i SO₄ w punktach 1509, 1526 i 1527 (Tabela 75). Natomiast w zakresie stężeń odpowiadającym IV klasie jakości odnotowano stężenia Fe, pH i TOC w punktach 84, 115, 139 i 1509. W punktach pomiarowych nr 1059, 1220 i 1221 nie odnotowano przekroczenia 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych. Należy także zwrócić uwagę na stosunkowo niskie wartości odczynu pH w punktach nr 84, 115 i 1526 (Załącznik 4), które mogą być efektem działalności górniczej, otworowej i odkrywkowej, w następstwie której, rozproszone zostały na znacznym obszarze związki siarki i substancje chemiczne towarzyszące złożom siarki. W wyniku prowadzonych na dużą skalę prac rekultywacyjnych, zasięg oraz natężenie procesów geogenicznych zmniejsza się systematycznie.

W 2015 r. w punkcie nr 1219, pobrano zestaw próbek na oznaczenia wskaźników organicznych. Z analizy chemicznej wynika, że punkt ten zanieczyszczony jest związkami z grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (Tabela 75, Załącznik 4). Punkt ten zafiltrowany jest w żwirach z otoczkami i piaskiem. W profilu nie występują utwory nieprzepuszczalne, zwierciadło ma charakter swobodny i stabilizuje się na głębokości 3,0 m. W związku z tym, wody tego poziomu są bardzo narażone na zanieczyszczenie z powierzchni terenu.

Szacowany zasięg zanieczyszczenia stanowiący 63,58% powierzchni JCWPd nr 126 i podwyższone wartości stężeń takich wskaźników jak związki z grupy WWA i SO₄, stanowią podstawę do tego, że stan chemiczny jednostki określono jako słaby, dostatecznej wiarygodności. Jednostka ta nadal powinna być objęta monitoringiem operacyjnym.

Z informacji przedstawionych w poszerzonej charakterystyce wynika, że głównym zagrożeniem dla wód podziemnych, występujących w granicach JCWPd nr 126, były do niedawna przemysł wydobywczy i przetwórstwo siarki, skupione w północnej części JCWPd. Obecnie nie prowadzi się eksploatacji siarki, a tereny pogórnice są rekultywowane. Odminnym typem zagrożenia dla wód podziemnych, o zdecydowanie mniejszym znaczeniu, stanowią zanieczyszczenia pochodzenia rolniczego. Płytko występujące wody podziemne narażone są na zanieczyszczenie głównie związkami azotu, siarki oraz związkami organicznymi pochodzącymi z nawożenia.

Zanieczyszczenia rolnicze stanowią zdecydowanie mniejsze zagrożenie dla wód podziemnych w porównaniu z przemysłem wydobywczym. Na terenie JCWPd nr 126 dominują małoobszarowe gospodarstwa indywidualne. Presja o charakterze obszarowym dotyczy głównie obszarów zurbanizowanych, zwłaszcza w niewielkich miejscowościach, w których rozwój sieci wodociągowej zwykle nie jest równoczesny z rozwojem kanalizacji.

Tabela 75. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 126

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
1221	0,2	9,5–11,5	Q	1	II			SŁABY	SŁABY DW
84	1,6	9,8–12,8	Q	1	III	Fe, pH, TOC			
1527	1,7	15,0–20,0	Q	1	IV		Fe, Mn		
1509	1,8	12,0–14,0	Q	1	IV	Fe, pH	TOC		
1220	1,9	6,8–8,8	Q	1	II				
139	2,5	8,0–9,0	Q	1	IV	Fe			
1219	3,0	18,5–22,5	Q	1	V	perylene	indeno[1, 2, 3cd]piren, fluoren, benzo[ghi]perylene, piren, Benzo(a)piren, antracen, chryzen, suma WWA, fenantren, fluoranten, benzo[b]fluoranten, benzo[e]piren, benzo[a]antracen, benzo[k]fluoranten, acenaften		
1059	4,0	27,0–32,0	Q	1	II				
1526	4,5	14,0–17,0	Q	1	V	pH	Fe, SO ₄ , Mn		
115	7,4	23,0–29,0	Q	1	III	Fe			

Jednolita część wód podziemnych nr 128

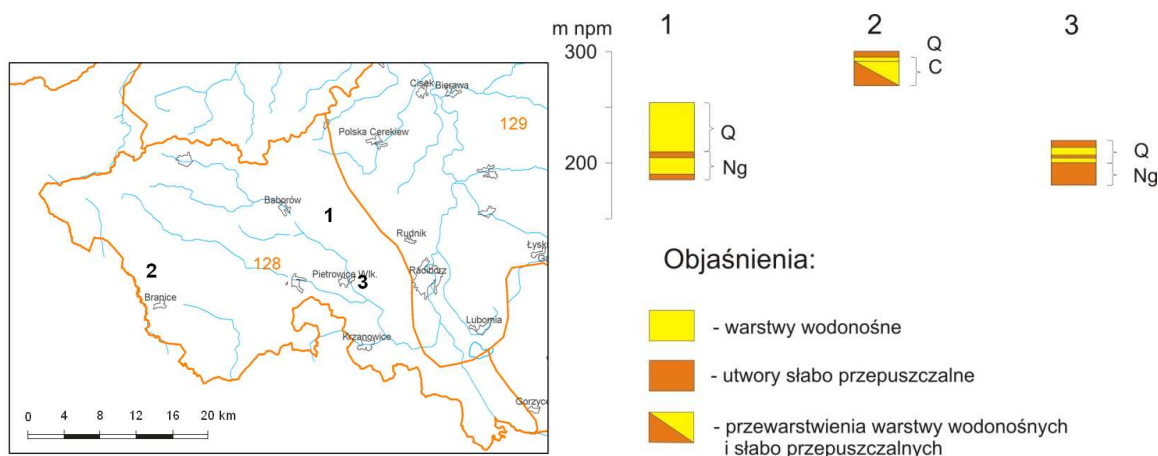
Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 128 znajduje się w regionie wodnym Górnego Odry i zajmuje powierzchnię 833,39 km². Jej obszar częściowo pokrywa się z obszarem GZWP nr 332 Subniecka (Pg+Ng) kędzierzyńsko-głubczycka (Tabela 76).

Główne użytkowe piętra i poziomy wodonośny na przeważającej części obszaru występują w utworach czwartorzędu i neogenu. Jedynie w zachodnim rejonie JCWPd wzdłuż linii Głubczyce–Włodzienin użytkowy poziom wodonośny związany jest z utworami karbonu dolnego (Rysunek 87, Rysunek 88).

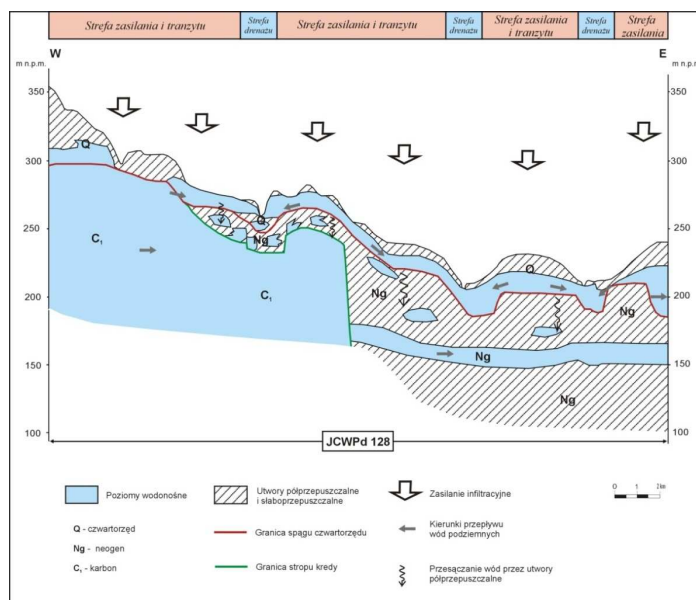
Utwory czwartorzędowe wykształcone najczęściej w postaci piasków i żwirów pochodzenia lodowcowego, zalegają na nierównym podłożu neogeńskim i mają zmienną miąższość, od kilku do ponad 25 m (w dolinach rzek miąższość może osiągać ponad 30 m). Średnia miąższość utworów czwartorzędowych wynosi około 10 m. Piaszczyste utwory wodonośne występują głównie w centralnej części JCWPd i najczęściej zalegają one pod pokrywą glin zwałowych, rzadziej bezpośrednio na powierzchni terenu. Szczególnie korzystnie wykształcony jest w okolicach Raciborza w pobliżu rynn erozyjnej, a także w okolicach Kietrza i Baborowa. Wodonośne utwory piaszczyste odsłaniają się w dolinach rzek, rozcinających pokrywę glin zwałowych. Wody podziemne w omawianym piętrze czwartorzędowym występują najczęściej pod ciśnieniem. Warstwę napinającą stanowią gliny zwałowe. Zasilanie odbywa się w obszarach gdzie brak pokrywy glin zwałowych. W południowo-zachodniej części omawianego obszaru poziom wodonośny jest związany z piaszczysto-żwirowymi osadami występującymi w dolinie Opawy.

Piętro neogenu budują utwory miocenu lądowego (sarmatu). Wody w utworach neogenu występują głównie w piaszczystych soczewkach stanowiących przewarstwienia w obrębie kompleksu osadów ilastych. Zawodnione soczewki występują głównie w stropowej części warstw neogeńskich, jednak nie stanowią znaczącej bazy zaopatrzenia w wodę. Piętro to związane jest także z najmłodszymi utworami neogeńskimi, wykształconymi w postaci żwirów i piasków zwanych serią Gozdniczy. Główny poziom wodonośny występuje na głębokości 15–50 m, i obniża się w kierunku północnym do 50–100 m. Miąższość warstwy wodonośnej zmienia się od <10 do 20–40 m osiągając najczęściej wartość 10–20 m. Zwierciadło wód podziemnych poziomu neogeńskiego ma charakter naporowy. Wielkość ciśnienia hydrostatycznego jest zależna od głębokości zalegania utworów wodonośnych. Przepływ wód podziemnych odbywa się generalnie w kierunku Odry. Zasilanie poziomu wodonośnego sarmatu odbywa się przez bezpośrednią lub pośrednią (poprzez osady czwartorzędu) infiltrację opadów atmosferycznych i wód powierzchniowych. Drenaż piętra neogeńskiego zachodzi w strefie doliny Odry.

Poziom dolnokarboński związany jest z piaskowcami szarogłazowymi. Zawodnienie utworów karbońskich jest największe w strefie przypowierzchniowej i maleje wraz z głębokością. Utwory karbonu zalegające na głębokościach przekraczających 40 m, są prawie całkowicie bezwodne. Zwierciadło wód podziemnych poziomu dolnokarbońskiego ma charakter swobodny.



Rysunek 87. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 128



Rysunek 88. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 128. Źródło: PSH

Tabela 76. Charakterystyka JCWPd nr 128

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
833,39	Odra	Q, (Ng), C ₁	Q	b.d.		DOBRY	SLABY	SLABY	DOBRY	SLABY	SLABY	SLABY DW

W 2015 r., na obszarze JCWPd nr 128 opróbowano 14 punktów pomiarowych. Wszystkie ujmują wody pierwszego kompleksu wodonośnego (głębokość do stropu warstwy wodonośnej od 1,73 do 26,0 m).

Na podstawie przeprowadzonych badań w 2 punktach ujmujących wody pierwszego kompleksu wodonośnego określono V klasę jakości, w 4 punktach IV klasę jakości. O przyznaniu V lub IV klasy jakości, w poszczególnych punktach, zdecydowały następujące wskaźniki: PO₄, K, NO₃, NH₄, Mn, Fe, a także nieco obniżony odczyn pH, co może wskazywać zarówno na geogeniczne pochodzenie Mn i Fe, jak i na zanieczyszczenia pochodzenia antropogenicznego (K, NO₃, PO₄ – rolnictwo i/lub zła gospodarka wodno-ściekowa). Po uśrednieniu wyników oznaczeń poszczególnych wskaźników z punktów ujmujących wody pierwszego kompleksu wodonośnego, stwierdzono przekroczenie 75% wartości progowych stanu dobrego w przypadku: Ca, Mn, K, TOC, NO₃ i NH₄. Wody o najgorszej jakości stwierdzono w punkcie 622, ujmującym kredowe piętro wodonośne. Odnotowane tam wartości stężeń K, NO₃ i PO₄ mieszczą się w granicach stężeń V klasy jakości. W poprzednich latach w punkcie tym również stwierdzano podwyższone stężenia wymienionych wskaźników. Ich pochodzenie prawdopodobnie ma charakter antropogeniczny (Tabela 77). Punkt ten zafiltrowany jest w wapieniach i nie posiada w nadkładzie żadnej warstwy utworów nieprzepuszczalnych. W punkcie 1197 o V klasie jakości zdecydowały wysokie wartości stężeń K (Tabela 77). Zwierciadło wody w tym punkcie ma charakter swobodny, a w profilu nie występują utwory nieprzepuszczalne. Szacowany zasięg zanieczyszczenia z tych dwóch punktów, liczony jako stosunek powierzchni jednostek hydrogeologicznych MhP do powierzchni całej JCWPd wynosi 27,10%. Stan chemiczny wód pierwszego kompleksu określono jako słaby.

Wśród punktów ujmujących drugi kompleks wodonośny, przekroczenie wartości progowej dobrego stanu odnotowano w punktach 1637 i 2671. W punkcie 1637 przekroczenia dotyczą NH₄ i Mn i mają one prawdopodobnie podłoże geogeniczne. W związku z tym, ekspercko zmieniono klasę jakości z V na IV. Tylko Mn a ujmowana warstwa jest bardzo dobrze izolowana utworami słabo przepuszczalnymi (1,2–4,6 m less; 4,6–22,5 m glina pylasta, glina piaszczysta). W punkcie 2671 odnotowano stężenia NO₃ w zakresie V klasy jakości. Analiza danych z poprzednich lat pokazuje, że stężenia NO₃ mieszczą się w przedziale od ok. 30 do prawie 60 mg NO₃/l,

choć ujmowana warstwa wodonośna posiada bardzo dobrą izolację od powierzchni terenu (34 m gliny piaszczystej). Jest to zanieczyszczenie wywołane antropopresją, a dokładniej presją rolniczą – punkt zlokalizowany jest na terenie kombinatu rolnego. Szacowany zasięg zanieczyszczenia z tych dwóch punktów, liczony jako stosunek powierzchni jednostek hydrogeologicznych MhP do powierzchni całej JCWPd wynosi 7,62%. Stan chemiczny wód drugiego kompleksu określono jako dobry.

Szacowany zasięg zanieczyszczenia wynosi 34,72% całej powierzchni JCWPd. W związku z tym, że nie przekracza on 40% powierzchni całej jednostki, jej stan chemiczny określono jako dobry dostatecznej wiarygodności. Znaczna powierzchnia JCWPd nr 128 zagospodarowana jest głównie rolniczo, co może powodować lokalnie dostarczanie zanieczyszczeń rolniczych, głównie azotanów i fosforanów. Podwyższone stężenia m.in. związków azotu i fosforu mogą być także wynikiem braku kanalizacji na wsiach, nieprawidłowo prowadzonej gospodarki wodno-ściekowej, nawożeniem łąk ściekami komunalnymi i rolniczymi z gospodarstw hodowlanych, nadmiernego stosowania na polach nawozów oraz środków ochrony roślin, a także niewłaściwym terminem ich stosowania.

Mimo zidentyfikowania w obszarze JCWPd nr 128 presji rolniczej nie wyznaczono obszarów szczególnie narażonych na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzenia rolniczego. Odnotowywane przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego wybranych wskaźników są potwierdzeniem konieczności prowadzenia monitoringu operacyjnego w tej jednostce.

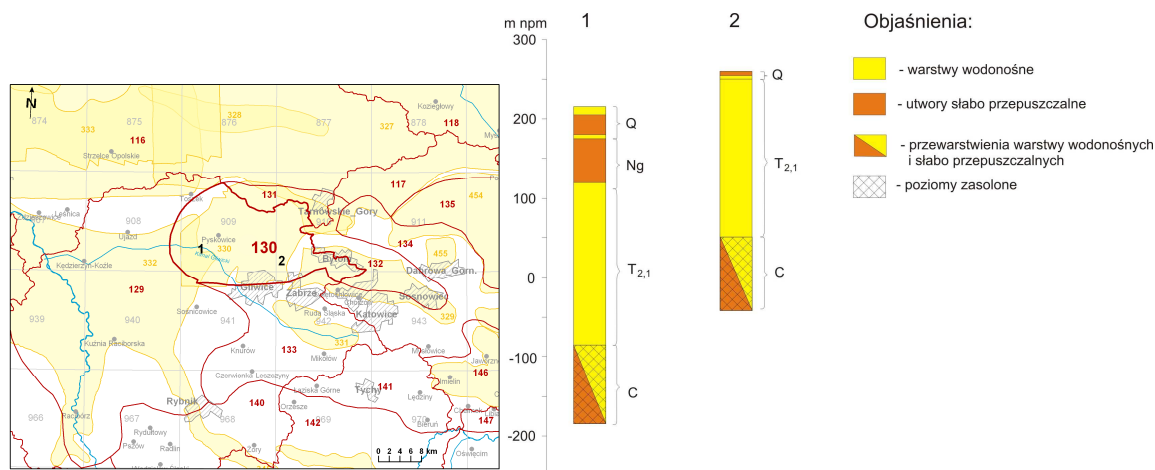
Tabela 77. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 128

Nr MONBADA/ Nr zewnętrzny (monitoring graniczny)	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
G/GC4/204005	6,0	b.d.	Q	1	III	NH ₄		SŁABY	DOBRY DW
G/GC4/204004	6,05	b.d.	Q	1	IV	pH	Fe		
621	7,0	b.d.	Q	1	III				
G/GC4/204003	7,1	b.d.	Q	1	IV		Fe		
1197	1,73	2,0–4,5	Q	1	V		K		
2699	4,0	9,5–15,0	Q	1	II				
2702	5,3	5,3–7,3	Q	1	IV	NH ₄	Fe		
627	6,4	85,0–95,0	C	1	III	NH ₄			
622	6,5	10,0–14,2	K2	1	V		HPO ₄ , K, NO ₃		
2700	10,5	25,0–29,0	Q	1	III				
1194	11,4	11,0–14,0	Q	1	III	pH			
2701	15,0	21,0–27,0	Q	1	II				
1634	25,71	26,5–29,0	Q	1	III				
1999	26,0	27,0–35,0	Q	1	IV		Mn		
1637	22.54	21,0–24,0	Q	2	IV	NH ₄	Mn	DOBRY	
2671	37.00	43,0–45,5	Q	2	IV	NO ₃			
2672	56.00	62,0–67,0	Q	2	III				

Jednolita część wód podziemnych nr 130

JCWPD nr 130 znajduje się w regionie wodnym Górnej Odry i zajmuje powierzchnię 416,91 km². Jej obszar częściowo się pokrywa z obszarami następujących GZWP: nr 330 Zbiornik (T1,2) Gliwice; nr 332 Subniecka (Pg+Ng) kędzierzyńsko-głubczycka i nr 329 Zbiornik (T1,2) Bytom (rys.1).

Czwartorzędowy poziom wodonośny występuje lokalnie, głównie w zachodniej części JCWPd. W profilu pionowym występują na ogół 2–3 warstwy wodonośne rozdzielone glinami, mułkami, ilami. Ponieważ warstwy rozdzielające posiadają zmienną litologię i miąższość oraz są nieciągłe, istnieje złożony system powiązań hydraulicznych między warstwami wodonośnymi. Osady te zalegają bezpośrednio na utworach węglanowych triasu. Występowanie użytkowego poziomu wód podziemnych w utworach czwartorzędowych związane jest z doliną kopalną Kłodnicy i jej odgałęzieniami (Rysunek 89).



Rysunek 89. Profile geologiczne i ich lokalizacja w obrębie JCWPd nr 130. Źródło: PSH

Główna warstwa wodonośna, zbudowana z piasków, żwirów i otoczków, zajmuje dolną część profilu czwartorzędu, pozostaje często w łączności z utworami neogeńskimi lub z wapieniami triasu. Głębokość zwierciadła od powierzchni terenu wynosi od 1 m w obniżeniach do około 12–15 m na wyniesieniach terenu. Miąższość głównej warstwy wodonośnej jest zmienna i waha się od 5 do ok. 30 m. W zależności od sezonowych różnic wysokości piezometrycznego zwierciadła wody, przepływ wody może następować ze starszych pięter do czwartorzędowego piętra wodonośnego i na odwrót. Zaobserwowano ponadto silny związek wód w utworach czwartorzędowych z wodami powierzchniowymi. Czwartorzędowy poziom wodonośny zasilany jest głównie przez wody opadowe infiltrujące w granicach jego występowania. Zasilanie następuje także z wód powierzchniowych.

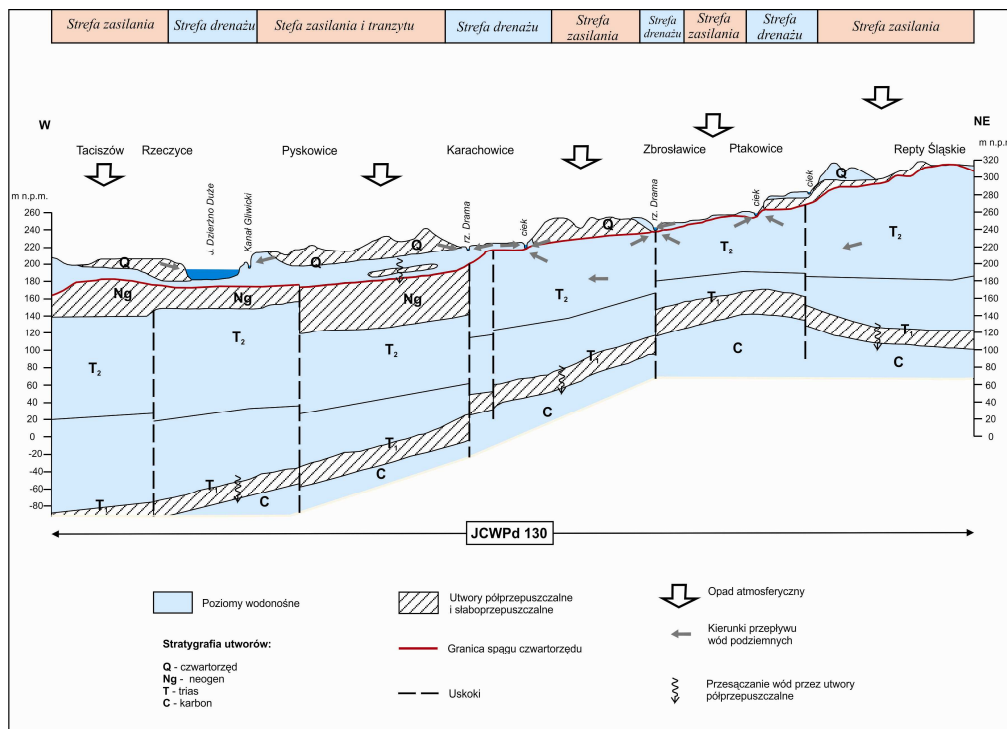
Neogeńskie piętro wodonośne występuje głównie w zachodniej części JCWPd obejmując swoim zasięgiem fragment GZWP nr 332. Osady neogenu cechuje duża różnorodność wykształcenia i zmienność zalegania poszczególnych warstw, charakterystyczna dla brzeżnej strefy basenu sedymentacyjnego. Najbardziej zasobnymi utworami wodonośnymi neogenu są lądowe osady sarmatu, w których wśród ilów zalegają warstwy lub soczewki piaszczysto-żwirowe. Tworzą one porowe poziomy wodonośne o zwierciadle naporowym. Zbiornik neogeński jest częściowo zakryty i w sensie hydrodynamicznym zamknięty. Strefą drenażu jest dolina Kłodnicy.

Triasowy użytkowy poziom wodonośny obejmuje swoim zasięgiem większą część obszaru JCWPd. W utworach triasu występują 3 poziomy wodonośne: poziom wapienia muszlowego, poziom retu i poziom warstw świerklanieckich. Pierwsze dwa poziomy związane są z utworami węglanowymi triasu środkowego i górnych ogniów triasu dolnego a poziom warstw świerklanieckich z utworami piaszczowcowo-mułowcowymi niższych ogniów triasu dolnego.

Poziomy wodonośne wapienia muszlowego i retu rozdzielone są marglistymi utworami warstw gogolińskich górnych. Jednak z uwagi na częstą dolomityzację tych warstw, redukcję miąższości i liczne dyslokacje warstwy te na znacznych obszarach tracą swe własności izolujące. Praktycznie więc oba poziomy traktuje się jako jeden łączny kompleks wodonośny serii węglanowej triasu (T1,2). Jest to kompleks o charakterze szczelinowo-krasowo-

porowym, gdzie przepływ wód odbywa się głównie szczelinami i pustkami krasowymi a tylko w niewielkim stopniu porami. Miąższość kompleksu wodonośnego serii węglanowej triasu wynosi od kilku do blisko 200 m. W zależności od warunków przykrycia, wody kompleksu wodonośnego serii węglanowej triasu mają charakter swobodny bądź napięty. Wody o swobodnym zwierciadle występują w rejonie wychodni lub pod przepuszczalnymi utworami czwartorzędu. Wody pod ciśnieniem występują pod przykryciem utworów ilastych neogenu, przy czym wielkość ciśnienia wzrasta z kierunkiem zapadania warstw. Zasilanie kompleksu wodonośnego odbywa się w obszarach wychodni i obszarach przykrycia skał węglanowych niewielkiej miąższości słabo przepuszczalnymi utworami czwartorzędu. Pośrednio, z poziomu wodonośnego czwartorzędu, zasilanie może się odbywać w obszarach okien hydrogeologicznych. W zachodniej i południowo-zachodniej części obszaru kompleks wodonośny przykryty jest znacznej miąższości (do 150 m) praktycznie nieprzepuszczalnymi utworami neogenu. Istotną rolę w zasilaniu omawianego kompleksu odgrywa infiltracja wód z cieków powierzchniowych. W warunkach naturalnych podstawę drenażu stanowiły doliny cieków oraz dolina Odry.

W części północno-zachodniej, lokalnie na niewielkim obszarze główny poziom wodonośny występuje w utworach podczwartorzędowych karbonu dolnego wykształconego w facji kulmu. Omawiany poziom jest słabo izolowany od powierzchni i charakteryzuje się typem szczelinowo-porowym. Skałami zbiornikovymi są spękane piaskowce drobnoziarniste, tworzące zwykle 1 lub 2 warstwy wodonośne, przeławiczone pakietem łupków. Miąższość poziomu wodonośnego wynosi od 15 do 50 m. Granice zbiornika są erozyjno-tektoniczne. Zasilanie tego poziomu wodonośnego następuje lokalnie na wychodniach karbońskich, przeważnie zaś przez utwory czwartorzędu o zróżnicowanej przepuszczalności. Drenaż następuje regionalnie, podobnie jak poziomów wodonośnych kenozoiku dolną Kłodnicą. Zwierciadło wód podziemnych ma charakter napięty. Głębokość występowania zwierciadła nawierconego wynosi ok. 40 m (rys.3).



Rysunek 90. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 130. Źródło: PSH

Tabela 78. Charakterystyka JCWPd nr 130

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
416,91	Odra	(Q), T ₂ , C ^z	T	b.d.		SLABY	DOBRY	DOBRY	SLABY	DOBRY	DOBRY DW	brak oceny

W 2015 r. w obrębie JCWPd nr 130 opróbowano jeden punkt ujmujący czwartorzędowe piętro wodonośne – pierwszy kompleks wodonośny i 5 punktów pomiarowych, ujmujących triasowe piętro wodonośne – drugi kompleks wodonośny. Głębokość do stropu warstwy wodonośnej w tych punktach wynosi od 23,0 do 69 m. W 4 punktach wody zaklasyfikowano do III klasy jakości, natomiast w 2– do II klasy jakości. W związku z tym, stan chemiczny zarówno w pierwszym jak i w drugim kompleksie wodonośnym określono jako dobry, dostatecznej wiarygodności (Tabela 79). Tylko w punkcie 1732 odnotowano przekroczenie 75% wartości progowej stanu dobrego w przypadku K.

Ze względu na funkcjonujące zakłady przemysłowe, mogące stanowić potencjalne ogniska zanieczyszczeń, a także intensywną eksploatację poziomów wodonośnych (przede wszystkim użytkowanie górnicze), powodującą istotne obniżenie poziomu zwierciadła wód podziemnych, JCWPd nr 130 powinna być objęta monitoringiem operacyjny. Istotnym problemem tego obszaru jest także niedostateczna sanitacja obszarów wiejskich i rekreacyjnych.

Tabela 79. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 130

Nr MONBADA/ Nr zewnętrzny (monitoring graniczny)	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
1732	27,5	28,0–30,0	Q	1	III			DOBRY	DOBRY DW
2675	30,0	b.d.	T2	2	II			DOBRY	
2673	52,5	b.d.	T2	2	III				
2674	61,9	b.d.	T2	2	II				
902	23,0	60,0–139,0	T	2	III				
958	69,0	88,2–150,8	T	2	III				

Jednolita część wód podziemnych nr 132

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 132 znajduje się w regionie wodnym Subregion Środkowej Wisły i zajmuje powierzchnię 175,4 km² (Tabela 80). Jej obszar częściowo się pokrywa z obszarami następujących GZWP: nr 330 Zbiornik (T1,2) Gliwice, nr 327 Zbiornik (T1,2) Lubliniec–Myszków i nr 329 Zbiornik (T1,2) Bytom.

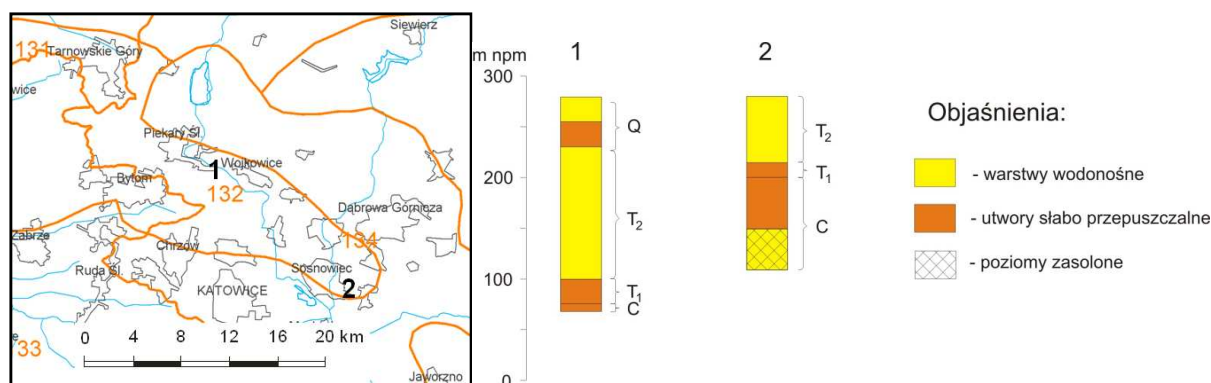
Na obszarze JCWPd podrzędne znaczenie ma czwartorzędowe, nieciągłe piętro wodonośne, zalegające w postaci nieregularnych płatów, które wypełniają rzeźbę starszego podłoża. Posiada zmienną miąższość i różnorodne wykształcenie litologiczne. Plejstocen budują piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz gliny pylaste i zwałowe. Holocen wykształcony jest w postaci osadów akumulacji rzecznej reprezentowanych przez: piaski, żwiry i namuły. Takie wykształcenie czwartorzędu spowodowało powstanie szeregu nieciągłych poziomów wodonośnych na ogół o zwierciadle swobodnym na głębokości od ok 3,0 do 12,0 m. Czwartorzędowe piętro wodonośne pozostaje lokalnie w łączności hydraulicznej z utworami niższych pięter stratygraficznych.

Głównym użytkowym piętrzem wodonośnym na obszarze JCWPd jest triasowe piętro wodonośne reprezentowane przez cztery poziomy wodonośne, Rysunek 91 i Rysunek 92. W ilastych utworach triasu górnego występują lokalnie soczewy wodonośnych wapieni i piaskowców. Główne poziomy wodonośne wapienia muszlowego i retu, zbudowane są z dolomitów i wapieni i mają charakter szczelinowo-krasowo-porowy. Warstwą rozdzielającą wspomniane poziomy wodonośne są margliste utwory warstw gogolińskich, które na znacznych przestrzeniach mogły ulec dolomityzacji, redukcji lub zdyslokowaniu tracąc własności izolujące. Lokalnie, dwa niezależne poziomy wodonośne wapienia muszlowego i retu, tworzą jeden wspólny kompleks wodonośny serii węglanowej triasu. Miąższość poziomu wodonośnego wapienia muszlowego wynosi od 59,0 do powyżej 100 m. Zwierciadło wody ma charakter swobodny, lokalnie napięty. Miąższość kompleksu wodonośnego wynosi od kilku metrów w zasięgu wychodni do blisko 200 m. Zwierciadło wody ma charakter swobodny, lokalnie napięty. Zasilanie odbywa się głównie w wyniku bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych na obszarach wychodni utworów wodonośnych, jak również lokalnie, drogą pośrednią, z czwartorzędowego piętra wodonośnego.

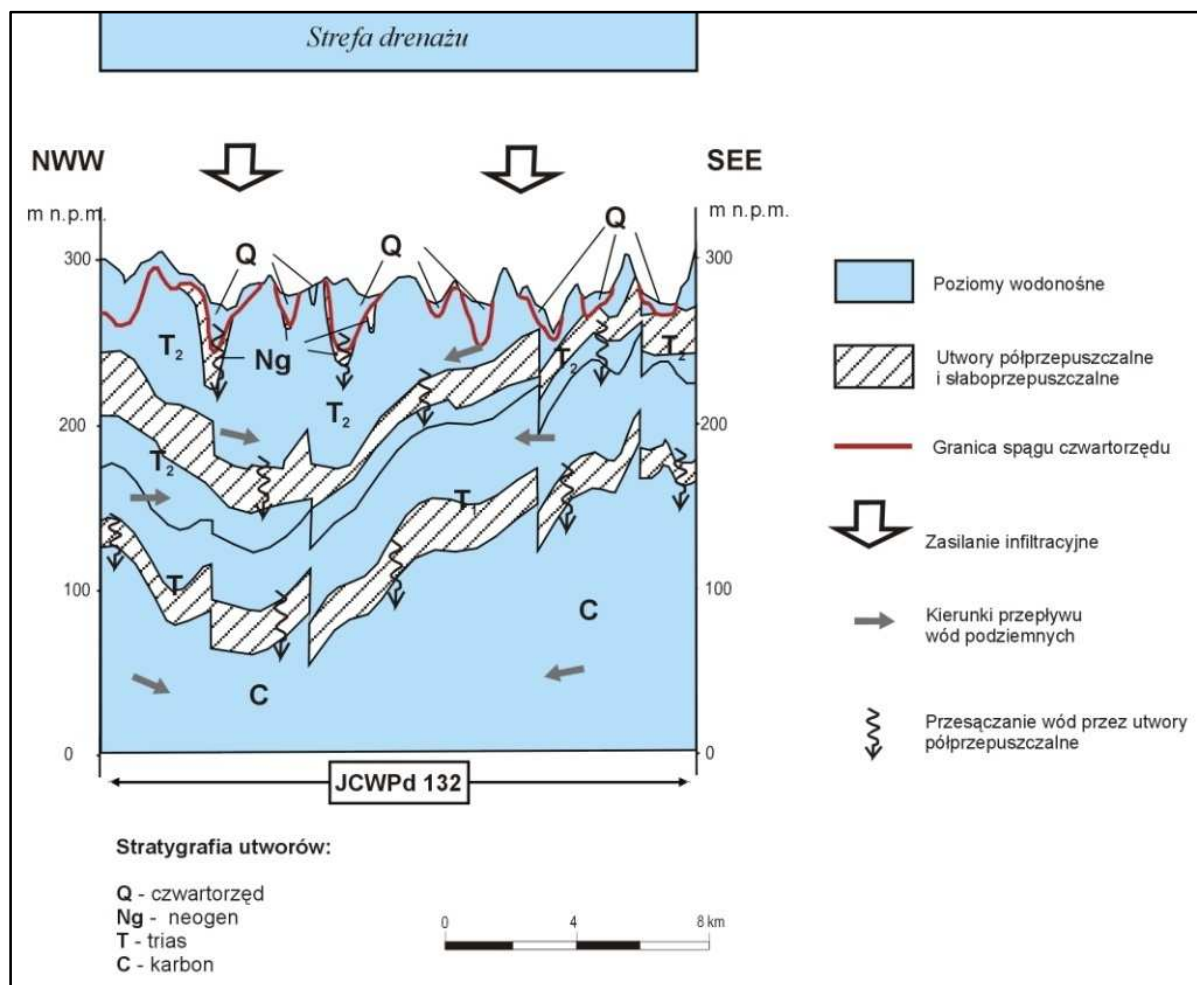
Porowy poziom wodonośny niższego pstręgo piaskowca związany jest z dolną częścią triasu dolnego (warstwy świerkLANIECKIE). Utworami wodonośnymi są piaski, żwiry i piaskowce. Charakteryzują się one ciągłością rozprzestrzenienia i zmienną miąższością. Stwierdzona miąższość warstw zawodnionych wynosi od 3,5 do ok. 24,0 m. Zwierciadło tego poziomu ma charakter naporowy. Zasilanie poziomu odbywa się na wychodniach warstw świerkLANIECKICH. Bezpośrednia infiltracja wód opadowych zachodzi w rejonach wychodni triasu, nieprzykrytych utworami czwartorzędu oraz lateralnie w dolinach rzek. Obecnie podstawę drenażu stanowią wyrobiska górnicze. Główne kierunki przepływu wód są skierowane ku dolinom rzek Brynicy i Czarnej Przemszy.

Lokalnie, utwory triasu dolnego mogą być w kontakcie hydraulicznym z karbońskim poziomem wodonośnym, który w swej stropowej części prowadzi wody słodkie. Piętro wodonośne karbonu produktywnego prowadzi wody użytkowe wyłącznie w strefie wychodni formacji. W profilu hydrogeologicznym tego piętra występują zespoły oddzielnych, warstwowo-szczelinowych poziomów wodonośnych zbudowanych z piaskowców i zlepieńców. Poziomy te, o miąższości od kilku do kilkudziesięciu metrów, są od siebie izolowane wkładkami nieprzepuszczalnych iłowców. Głębokość występowania zwykłych wód użytkowych jest zróżnicowana i uzależniona w znacznym stopniu od działalności górnictwa. Wody o mineralizacji powyżej 1 g/dm³ napotkano na głębokości 200 m. Zasilanie karbońskich poziomów wodonośnych następuje na ich bezpośrednich wychodniach lub poprzez przepuszczalne utwory głównie czwartorzędu i triasu. Poza rejonami wychodni jest alimentowane wodami infiltracyjnymi z wodonośnych utworów młodszych. Podstawę drenażu karbońskich poziomów wodonośnych stanowią obecnie wyrobiska górnicze kopalń.

Warunki hydrogeologiczne jednostki prezentuje Rysunek 91 i Rysunek 92.



Rysunek 91. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 132



Rysunek 92. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 132. Źródło: PSH

Tabela 80. Charakterystyka JCWPd nr 132

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
175.4	Wisła	Q, T2, (T1), (C3)	T	b.d.		SLABY	SLABY	SLABY	SLABY	SLABY	SLABY	SLABY DW

W 2015 r., w ramach monitoringu operacyjnego, w JCWPd nr 132 opróbowano 4 punkty pomiarowe. Wszystkie punkty ujmują wody drugiego kompleksu wodonośnego. Głębokość do stropu warstwy wodonośnej wynosi 7,7 m do 20,2 m p.p.t.

Przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych odnotowano jedynie w punkcie 2230 i tylko w przypadku SO_4 – w zakresie IV klasy jakości (Tabela 81). Wartości stężeń NO_3 i HCO_3 w tym punkcie przekraczają 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego. Analiza profilu geologicznego punktu nr 2230 wykazała, że ujmowany poziom wodonośny nie ma praktycznie żadnej izolacji od powierzchni terenu. Podwyższone wartości stężeń SO_4 mogą być spowodowane przez składowanie odpadów górniczych (skały zawierające siarczki). W pozostałych punktach, w przypadku takich wskaźników jak NO_3 , Zn i SO_4 odnotowano przekroczenie 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych. Przyczyną podwyższonych stężeń azotanów jest nieuporządkowana gospodarka ściekowa i rolnictwo. Szacowany zasięg zanieczyszczenia, obliczony na podstawie stosunku powierzchni jednostki hydrogeologicznej MhP do powierzchni analizowanej jednostki wynosi ok. 28%. W związku z powyższym stan chemiczny JCWPd nr 132 określono jako słaby dostatecznej wiarygodności.

Z informacji zamieszczonych w rozszerzonej charakterystyce tej jednostki wynika, że rejestrowane są lokalne oddziaływania antropogeniczne na jakość wód w rejonach zabudowań gospodarstw rolnych i nawożonych pól. Są one szczególnie związane z uwolnieniami azotanów i fosforanów. Oddziaływanie na wody poziomu gruntowego, szczególnie w obszarach wiejskich (gospodarka wodno-ściekowa, nawożenie pól) powoduje zagrożenie zanieczyszczeniem związkami azotu, fosforu, siarki oraz potasu. Słaby stan chemiczny może być także spowodowany przyczynami naturalnymi. Dotyczy to szczególnie procesów ascencji wód zmineralizowanych z podłoża mezozoicznego i z warstw miocenskich zapadliska przedkarpackiego. Dlatego też należy kontynuować opróbowanie na obszarze jednostki w kolejnych latach.

Tabela 81. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 132

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
2232	7,7	7,8–7,9	T	2	III			SŁABY	SŁABY DW
2677	14,0	22,0–33,0	T2	2	III				
2228	20,2	50,5–122,8	T2	2	III				
2230	20,2	50,5–122,8	T2	2	IV	SO ₄			

Jednolita część wód podziemnych nr 134

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 134 znajduje się w regionie wodnym Subregion Środkowej Wisły wyżynny i zajmuje powierzchnię 573,79 km² (Tabela 82). Jej obszar częściowo się pokrywa z obszarami następujących GZWP: nr 327 Zbiornik (T1,2) Lubliniec–Myszków, nr 329 Zbiornik (T1,2) Bytom, nr 453 Zbiornik (QDK) Biskupi Bór, nr 454 Zbiornik (T1,2) Olkusz–Zawiercie, oraz nr 455 Zbiornik (QDK) Dąbrowa Górnicza.

Na obszarze JCWPd główne użytkowe poziomy wodonośne występują w utworach czwartorzędu, triasu i karbonu górnego. Warunki hydrogeologiczne w obszarze jednostki są skomplikowane, co pokazują modele koncepcyjne jednostki (Rysunek 94, Rysunek 95).

Czwartorzędowe piętro wodonośne ma charakter nieciągły. Zalega w postaci nieregularnych płatów, które wypełniają rzeźbę starszego podłoża. Posiada zmienną miąższość i różnorodne wykształcenie litologiczne. Plejstocen budują piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz gliny pylaste i zwałowe. Holocen wykształcony jest w postaci osadów akumulacji rzecznej reprezentowanych przez: piaski, żwiry i namuły. W profilu pionowym czwartorzędowe piętro wodonośne stanowią utwory przepuszczalne (piaski i żwiry) przedzielone słabo przepuszczalnymi utworami zastoiskowymi (muły, pyły, gliny). Takie wykształcenie czwartorzędu spowodowało powstanie szeregu nieciągłych poziomów wodonośnych, na ogół o zwierciadle swobodnym na głębokości od 2,7 do 12,0 m. Czwartorzędowe piętro wodonośne pozostaje lokalnie w łączności hydraulicznej z utworami wodonośnymi niższych pięter (Rysunek 93).

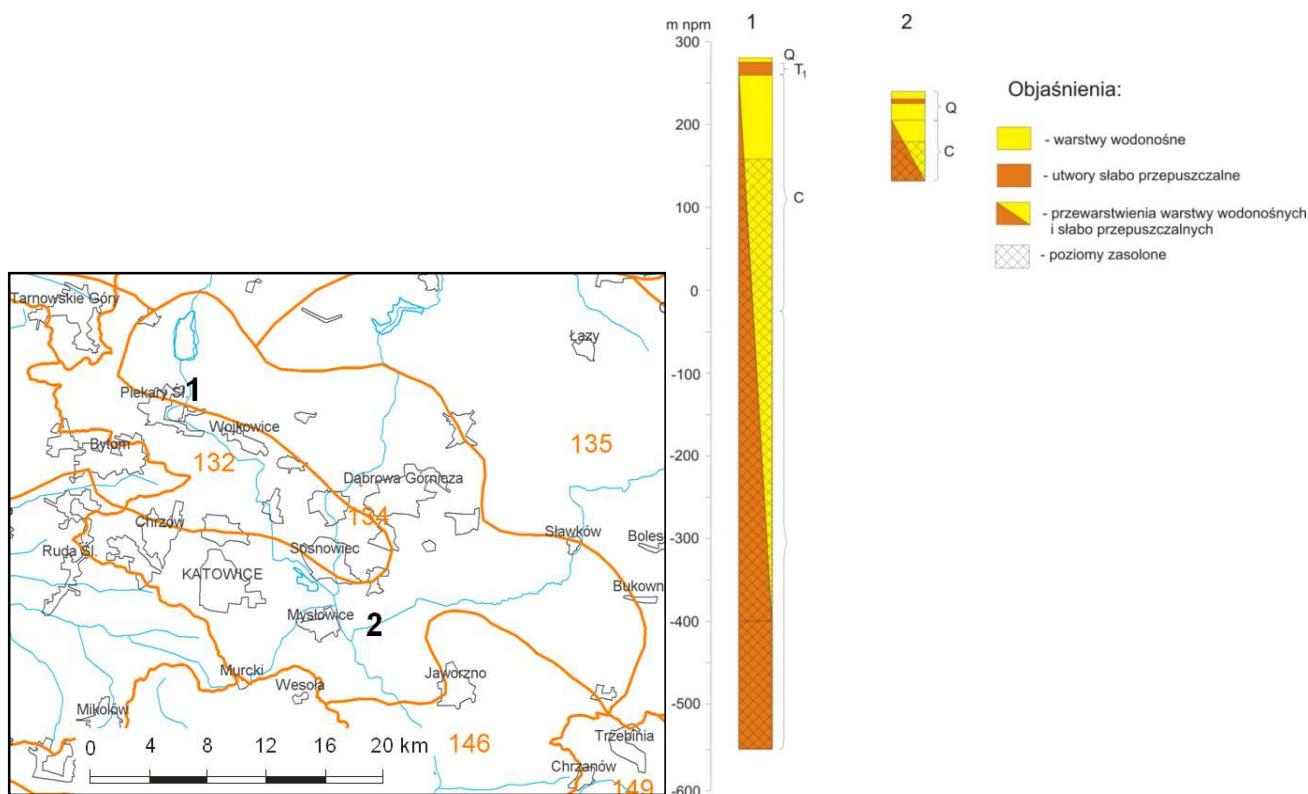
Większe znaczenie użytkowe mają utwory czwartorzędowe zaliczone do obszarów GZWP Dąbrowa Górnicza i Biskupi Bór. GZWP Dąbrowa Górnicza związany jest z doliną Czarnej Przemszy. Jest to przepływowy, hydrogeologicznie odkryty, jednopoziomowy zbiornik o powierzchni 22 km². Miąższość warstwy wodonośnej wynosi przeciętnie 10–15 m, miejscami 30 m. GZWP Biskupi Bór jest to dolina kopalna zbudowana z piasków i żwirów o charakterze odkrytym. Zwierciadło wody występuje na głębokości od <5 do 30 m. Często jest on połączony z piętrami wodonośnymi karbonu i permu.

W północnym i w północno-wschodnim obrzeżeniu JCWPd nr 134, triasowe piętro wodonośne występuje głównie na obszarze, który częściowo pokrywa się z GZWP ujmującymi wody podziemne z utworów wodonośnych triasu środkowego i dolnego. Triasowe piętro wodonośne reprezentowane jest przez poziomy wodonośne wapienia muszlowego i retu, łączące się na znacznych przestrzeniach w kompleks wodonośny serii węglanowej triasu oraz poziom wodonośny niższego psotrego piaskowca. Warstwę rozdzielającą wspomniane

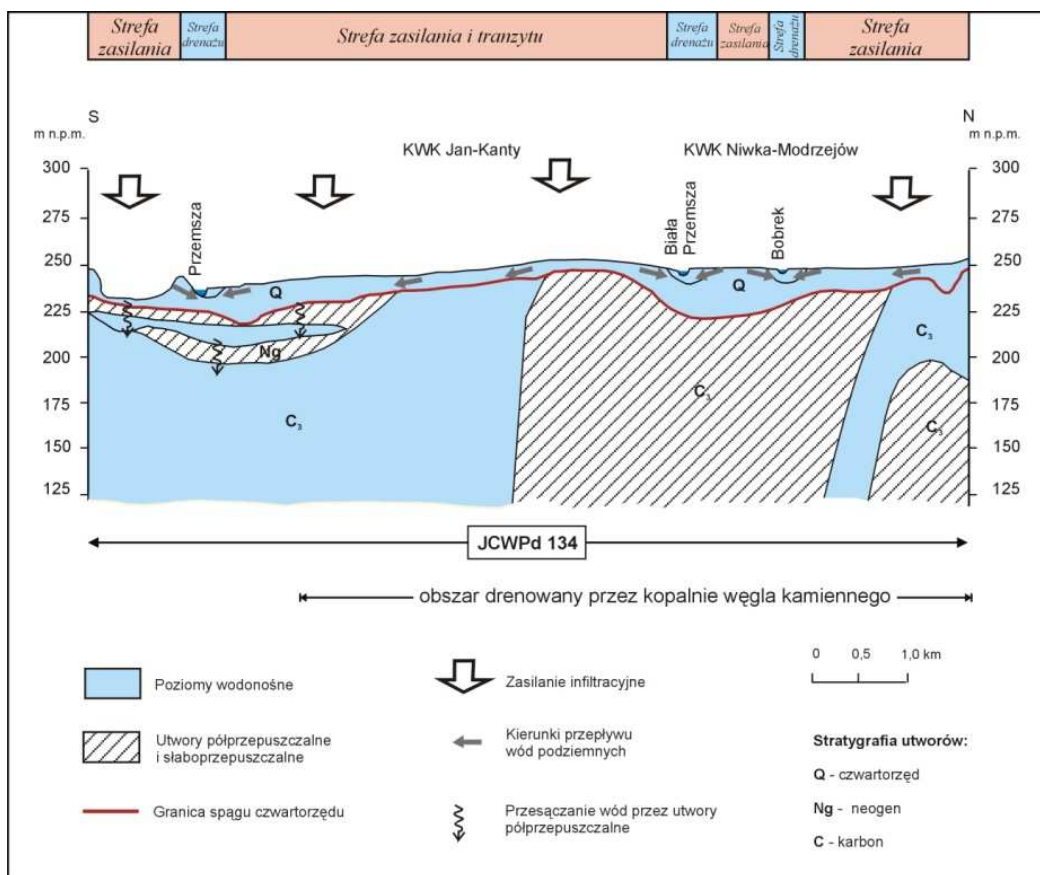
poziomy wodonośne tworzą margliste utwory warstw gogolińskich, które na znacznych przestrzeniach mogły ulec dolomityzacji, redukcji lub dyslokowaniu, tracąc własności izolujące. Oba poziomy na znacznym obszarze łączą się umownie w jeden kompleks wodonośny, zwany kompleksem wodonośnym serii węglanowej triasu. Główne kierunki przepływu wód są skierowane ku dolinom rzek a miąższość kompleksu wodonośnego wynosi od kilku metrów w zasięgu wychodni do ponad 100 m. Zwierciadło wody ma charakter swobodny, lokalnie napięty. Zasilanie poziomów odbywa się na całym obszarze ich występowania. Bezpośrednia infiltracja wód opadowych zachodzi w rejonach wychodni triasu, nieprzykrytych utworami czwartorzędu. Pośrednie zasilanie następuje przez przepuszczalne utwory czwartorzędowe oraz lateralnie w dolinach rzek. W obrębie poziomu pierwotny naturalny reżim wód został zaburzony na skutek odwadniającej działalności górnictwa rud cynku i ołowiu i górnictwa węgla kamiennego. Obecnie podstawę drenażu stanowią wyrobiska górnicze.

Użytkowe piętro wodonośne karbonu produktywnego wykształcone jest głównie w wodonośnych piaskowcach górnośląskiej serii piaskowcowej i serii paralicznej. W profilu hydrogeologicznym tego piętra występują zespoły oddzielnych, warstwowo-szczelinowych poziomów wodonośnych zbudowanych z piaskowców i zlepieńców. Ławice piaskowców, zależnie od wykształcenia litologicznego, stopnia zaangażowania tektonicznego i głębokości zalegania, cechuje zmienna, ale niezbyt duża wodonośność. Warstwy te, o miąższości od 5 do 66 m (lokalnie nawet do 180 m), są od siebie izolowane wkładkami nieprzepuszczalnych iłowców i prowadzą wody pod ciśnieniem. Zwierciadło wody jest napięte, lokalnie swobodne.

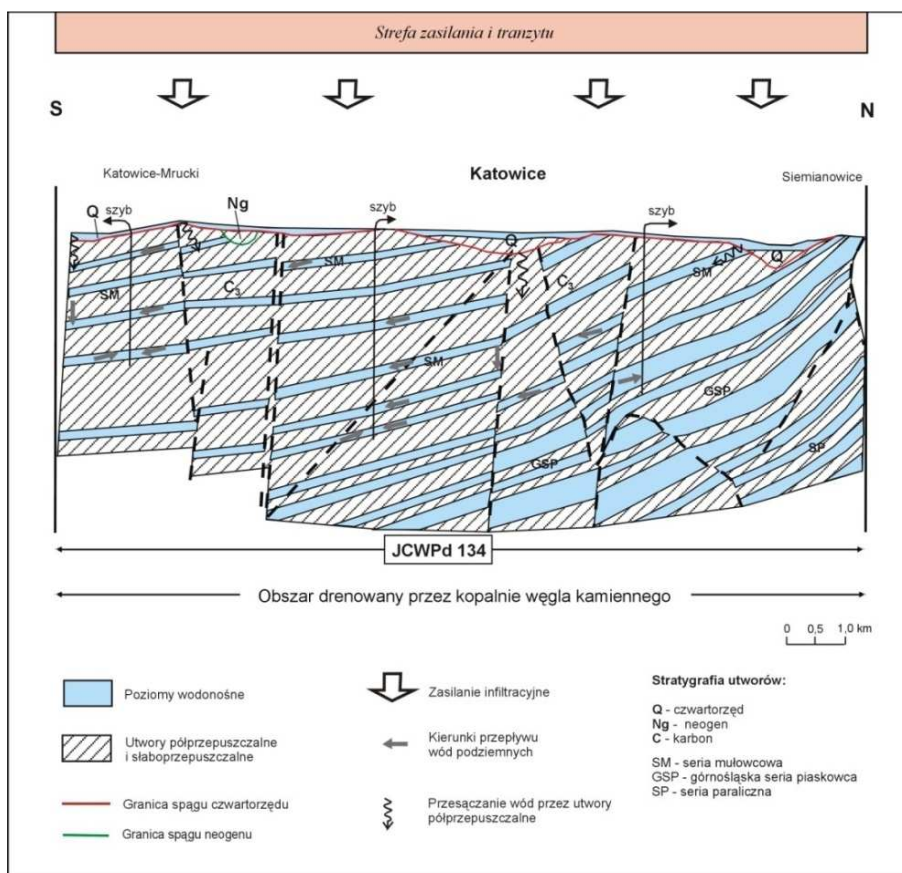
Zasilanie piaskowców następuje na obszarze ich wychodni wodami atmosferycznymi, a poza rejonami wychodni, wodami infiltracyjnymi z młodszych utworów wodonośnych. Główny kierunek przepływu wód ma miejsce ku ośrodkom drenażu. Podstawę drenażu stanowią wyrobiska górnicze oraz cieki. Głębokość występowania wód użytkowych waha się od ok. 210 m do 500 m. Lokalnie użytkowe poziomy wodonośne mogą być w kontakcie hydraulicznych z utworami permu zalegającymi bezpośrednio na zerodowanej powierzchni karbonu w sposób nieciągły. Są one wykształcone w postaci tufów, tufitów oraz zlepieńców.



Rysunek 93. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 134



Rysunek 94. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 134. Źródło: PSH



Rysunek 95. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 134. Źródło: PSH

Tabela 82. Charakterystyka JCWPd nr 134

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
563,79	Wisła	Q (1-3), C ₃ (1-5)	-	b.d.		SŁABY	DOBRY	DOBRY	SŁABY	SŁABY	DOBRY	DOBRY DW

Do oceny stanu JCWPd nr 134 w 2015 r. wykorzystano dane z 7 punktów pomiarowych. Dwa punkty reprezentują pierwszy kompleks wodonośny (głębokość do stropu warstwy wodonośnej od 5,1 do 13 m), kolejne cztery drugi kompleks wodonośny (głębokość do stropu warstwy wodonośnej od 13,6 do 32,5 m), a 1 punkt – trzeci kompleks wodonośny (głębokość do stropu warstwy wodonośnej 54,7 m, Tabela 83).

W punktach 1613 i 2686, ujmujących czwartorzędowe piętro wodonośne, stwierdzono niski odczyn pH oraz podwyższone stężenia Ni, SO₄ i Fe, odpowiadające IV klasie jakości wód. Przekroczenie 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych odnotowano w przypadku HCO₃, Mn, Ca, Cl. Należy zauważyć, że właściwości migracyjne niklu wzrastają w środowisku kwaśnym, a podwyższone stężenia niklu w wodach podziemnych mogą być związane z zanieczyszczeniami antropogenicznymi pochodzenia kopalnianego, metalurgicznego, ceramicznego i szklarskiego. Szacowany zasięg zanieczyszczenia stanowi 23,41% powierzchni analizowanej jednostki. Stan chemiczny pierwszego poziomu wodonośnego określono jako słaby. Kompleks ten ma mniejsze znaczenie użytkowe, ze względu na to, że piętro czwartorzędowe ma charakter nieciągły i zalega w postaci nieregularnych płatów, które wypełniają rzeźbę starszego podłoża.

Wśród punktów ujmujących wody drugiego kompleksu wodonośnego, tylko w punkcie nr 2238 stwierdzono stężenia Mn odpowiadające V klasie jakości i SO₄ odpowiadające IV klasie jakości. Analizowany obszar jest silnie przekształcony antropogenicznie, a analiza profilu geologicznego tego punktu pokazuje, że ujmowany poziom nie jest chroniony żadną warstwą utworów nieprzepuszczalnych. Przegląd wyników analiz z poprzednich lat wykazał, że wartości stężeń Mn i SO₄ utrzymują się na podobnym poziomie. Szacowany zasięg zanieczyszczenia stanowi 9,22% powierzchni badanej JCWPd. W punkcie nr 2684, ujmującym wody trzeciego kompleksu wodonośnego nie stwierdzono przekroczenia wartości progowej dobrego stanu wód podziemnych.

Sumaryczny zasięg zanieczyszczenia nie przekracza 40% powierzchni analizowanej jednostki, dlatego, jej stan chemiczny określono jako dobry dostatecznej wiarygodności.

Ze względu na szczelinowy lub szczelinowo-krasowy (z wyjątkiem poziomu czwartorzędowego) charakter ośrodka skalnego, liczne kontakty hydrauliczne pomiędzy poszczególnymi warstwami oraz generalnie brak izolacji od powierzchni terenu, wody podziemne w granicach JCWPd nr 134 są narażone na zanieczyszczenie głównie związkami azotu, siarki, związkami organicznymi, związkami cynku i ołowiu. Z tego względu jednostka powinna w dalszym ciągu być objęta monitoringiem operacyjnym.

Tabela 83. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 134

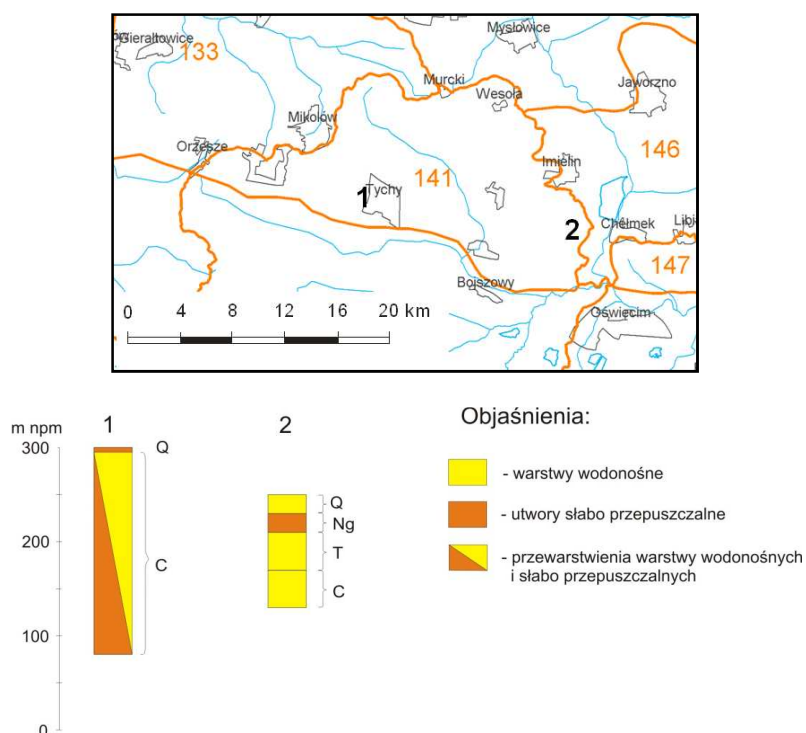
Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonosnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonosnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonosny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonosnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
1613	5,1	6,0–10,0	Q	1	IV	Fe, SO ₄		SŁABY	DOBRY DW
2686	13,0	13,0–17,2	Q	1	IV	pH, Ni			
2716	13,6	16,8–44,5	C	2	III			DOBRY	
2239	23,0	25,0–39,0	P	2	II				
2238	28,4	15,0–33,0	C3	2	IV	SO ₄	Mn		
2685	32,5	35,0–45,0	P	2	III				
2684	54,7	57,0–86,5	C	3	II			DOBRY	

Jednolita część wód podziemnych nr 141

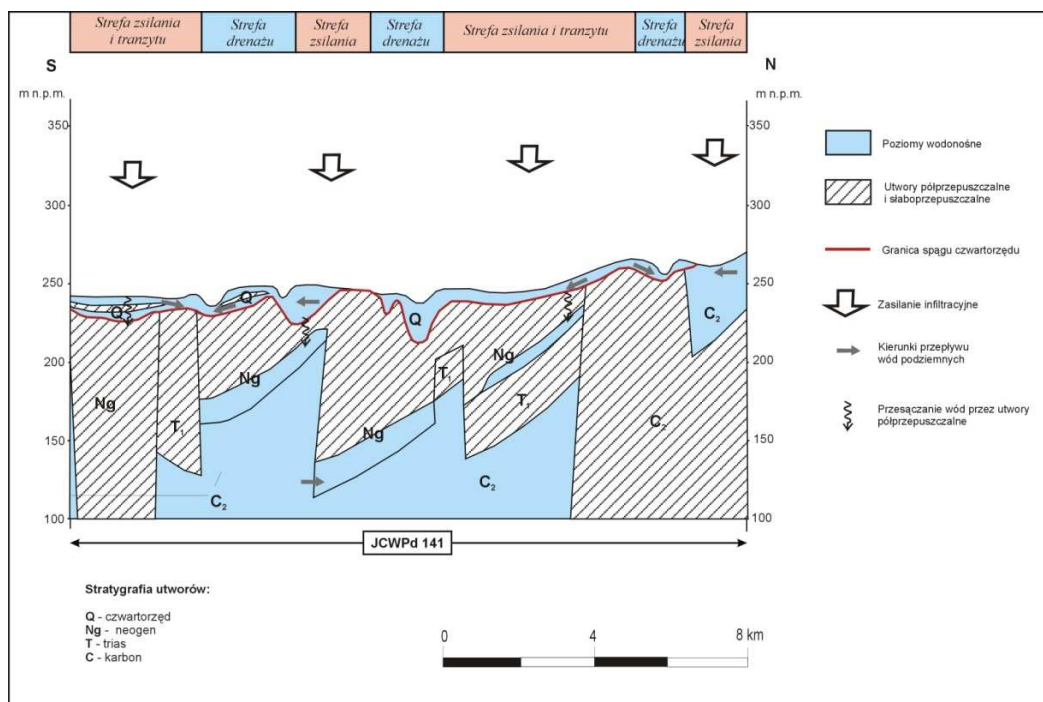
Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 141 znajduje się w regionie wodnym Subregion Środkowej Wisły wyżynny i zajmuje powierzchnię 269,95 km² (Tabela 84). Jej obszar w bardzo niewielkiej części pokrywa się z GZWP nr 452 Zbiornik (T1,2) Chrzanów. Na całym obszarze JCWPd główny użytkowy poziom wodonośny wykształcony jest w utworach karbonu górnego. Lokalnie poziomy użytkowe mogą występować w utworach czwartorzędu i triasu.

Karbońskie piętro wodonośne o charakterze szczelinowo-porowym budują piaskowce serii mułowcowej i górnosławskiej serii piaskowcowej. Poziom użytkowy stanowi tu poziom krakowskiej serii piaskowcowej, zalegający na głębokości od ok. 30 do 289 m. Miąższość strefy saturacji waha się od 46 do 180 m. Lokalnie, gdzie dominuje seria mułowcowa, miąższość warstwy wodonośnej dochodzi jedynie do ok. 20 m. Tworzą one odrębne poziomy wodonośne, pozostające ze sobą w więzi hydraulicznej w obszarach sedymentacyjnych wyklinowań utworów nieprzepuszczalnych, w strefach uskokowych i obszarach, gdzie prowadzone są roboty górnicze. W warunkach drenującego wpływu kopalń, zasięg i głębokość występowania użytkowego piętra wodonośnego wyznaczają wypływy wód zwykłych w wyrobiskach górniczych. Najczęściej ma to miejsce w stropowych ogniwach karbonu, ale notowane są również w głębszych poziomach eksploatacyjnych kopalń. Wody infiltrują poprzez system szczelin, spękań i wyrobisk górniczych maksymalnie do głębokości 420 m. Zasilanie karbońskich poziomów wodonośnych następuje na ich bezpośrednich wychodniach lub poprzez przepuszczalne utwory głównie czwartorzędu i triasu. Intensywność zasilania jest uzależniona od warunków przykrycia i przepuszczalności karbońskich poziomów wodonośnych. Podstawę drenażu karbońskich poziomów wodonośnych stanowią obecnie wyrobiska górnicze kopalń.

Podrzedne znaczenie ma czwartorzędowe piętro wodonośne, występujący na obszarze JCWPd jedynie lokalnie. Związane jest głównie z utworami rzeczno-lodowcowymi, a zwierciadło wody występuje płytko, w granicach od 0,2 do 6,0 m, zaś miąższość utworów wodonośnych mieści się w przedziale 5,0–16,0 m. Lokalnie, na głębokości około 30 m występuje również poziom neogeński (Rysunek 96, Rysunek 97).



Rysunek 96. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 141



Rysunek 97. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 141. Źródło: PSH

Tabela 84. Charakterystyka JCWPd nr 141

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
269,95	Wisła	(Q ₍₁₋₂₎), (T), C ₃	C	b.d.		SLĄBY	DOBRY	DOBRY	SLĄBY	SLĄBY	SLĄBY	SLĄBY DW

Do oceny stanu chemicznego JCWPd nr 141 w 2015 r. wykorzystano dane z 5 punktów pomiarowych. Wśród tych punktów, 4 reprezentują wody pierwszego kompleksu wodonośnego (głębokość do stropu warstwy wodonośnej od 2,9 do 10,0 m) a jeden – drugiego (głębokość do stropu warstwy wodonośnej wynosi 50,0 m, Tabela 85).

Na podstawie wyników analiz fizyczno-chemicznych próbek wód pobranych z kompleksu pierwszego, wody tego piętra zaklasyfikowano od I do V klasy jakości. Wskaźnikami, które zdecydowały o słabej jakości wód podziemnych był niski odczyn pH, oraz podwyższone wartości stężeń: Zn, Ni, K, SO₄, Ca, Mn i Fe. Ponadto w punkcie 1326 odnotowano przekroczenie 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego ze względu na stężenie Cl, w punkcie 1612 ze względu na stężenie NO₃. Podwyższone stężenia niklu mogą być związane z zanieczyszczeniami antropogenicznymi pochodzenia kopalnianego, metalurgicznego, ceramicznego i szklarskiego. Po uśrednieniu wyników oznaczeń poszczególnych wskaźników z punktów ujmujących pierwszy kompleks wodonośny stwierdzono przekroczenie wartości progowych dobrego stanu chemicznego dla SO₄ i Mn, a 75% w przypadku Cl i NO₃. Obliczony zasięg zanieczyszczenia w pierwszym kompleksie wodonośnym wynosi 41,12%.

W punkcie numer 1436 odnotowano tylko przekroczenie 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego w przypadku NH₄ i Ba.

W związku z zasięgiem zanieczyszczeń wynoszącym stanowiącym 41,12% powierzchni JCWPd nr 141 jej stan określono jako słaby o dostatecznej wiarygodności.

Bezpośrednio wodom podziemnym zagrażają zanieczyszczenia z powierzchni terenu. Do znaczących oddziaływań na jakość wód podziemnych należą głównie odwodnienia wyrobisk górniczych i zrzut słonych wód kopalnianych do rzek i odстойników, skąd część zanieczyszczeń infiltruje do wód podziemnych. Zagrożeniem dla

wód podziemnych może być także migracja wodna ługowanych substancji mineralnych z hałd odpadów górniczych, ze składowisk odpadów przemysłowych i komunalnych, uwolnienia ścieków z infrastruktury podziemnej aglomeracji miejsko-przemysłowej. Potencjalnymi źródłami zanieczyszczeń są obszary zurbanizowane, nieskanalizowane, także tereny zakładów przemysłowych. W JCWPd nr 141 nie występują obszary szczególnie narażone na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzenia rolniczego. Istotnym problemem jest niedostateczna sanitacja obszarów wiejskich i rekreacyjnych oraz nadmierne rozdysponowanie zasobami co, znalazło potwierdzenie w ocenie stanu ilościowego wg danych z 2010 i 2012 roku. W związku z powyższym JCWPd nr 141 powinna nadal być objęta monitoringiem operacyjnym.

Tabela 85. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 141

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonosnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonosnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonosny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonosnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
1326	2,9	2,9–4,9	Q	1	V	Fe, pH, Zn, Ni	K, SO ₄ , Mn, Ca	SŁABY	SŁABY DW
1288	6,2	23,5–29,5	Q	1	III	Fe			
1612	8,61	22,0–26,0	C3	1	IV	pH, Ni			
2688	10,0	12,5–20,5	Q	1	I			DOBRY	
1436	50,0	64,0–72,0	T2	2	III				

Jednolita część wód podziemnych nr 142

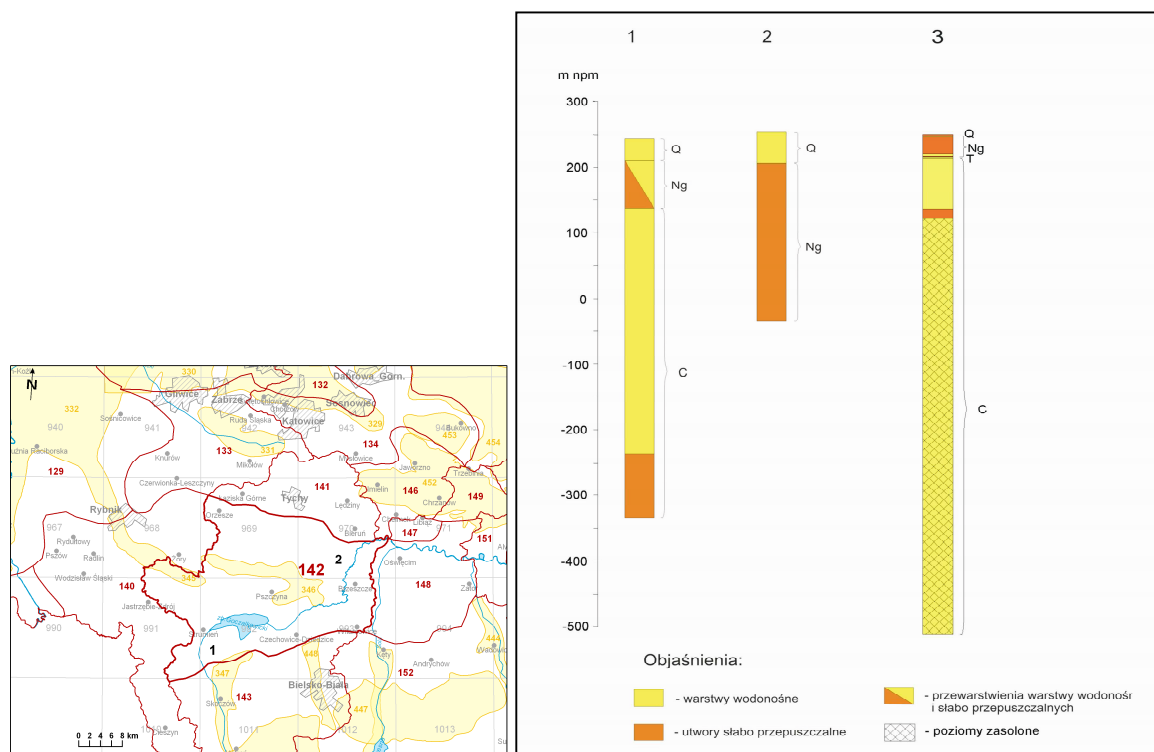
Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 142 położona jest na styku trzech regionów wodnych: Górnej i Małej Wisły oraz Górnej Odry. Powierzchnia jaką zajmuje to 863,71 km² (Tabela 86). Na jej obszarze znajdują się trzy GZWP o numerach: 345, 346, 347.

Główne piętro użytkowe na obszarze JCWPd 142 tworzy czwartorzędowy poziom wodonośny. Obejmuje on przede wszystkim fragmenty dolin rzek: Gostyni, Korzenicy, Pszczynki, Wisły oraz mniejszych cieków powierzchniowych. Zbudowany jest on z osadów rzecznych, wykształconych w postaci otoczków oraz żwirów i piasków. Poza korytami rzeczными górne partie żwirów i piasków bywają niekiedy w znacznym stopniu zaglinione. Zwierciadło ma charakter swobodny, lokalnie napięty. Głębokość występowania utworów zawodnionych dochodzi do kilkunastu metrów. Jedynie na północy jednostki głębokość ta zawiera się w przedziale 15–50 m. W tym rejonie także miąższość warstwy wodonośnej jest największa, ok. 20–40 m. Na pozostałym obszarze miąższość osiąga kilkanaście metrów. Zasilanie wód podziemnych odbywa się tu poprzez bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych, a także infiltrację wód powierzchniowych. Podstawę drenażu stanowią doliny wymienionych wyżej rzek, wyrobiska kopalń odkrywkowych surowców skalnych i węgla kamiennego oraz duże ujęcia wód podziemnych. Lokalnie czwartorzędowe piętro wodonośne jest w więzi hydraulicznej z poziomem neogenu (Rysunek 98, Rysunek 99).

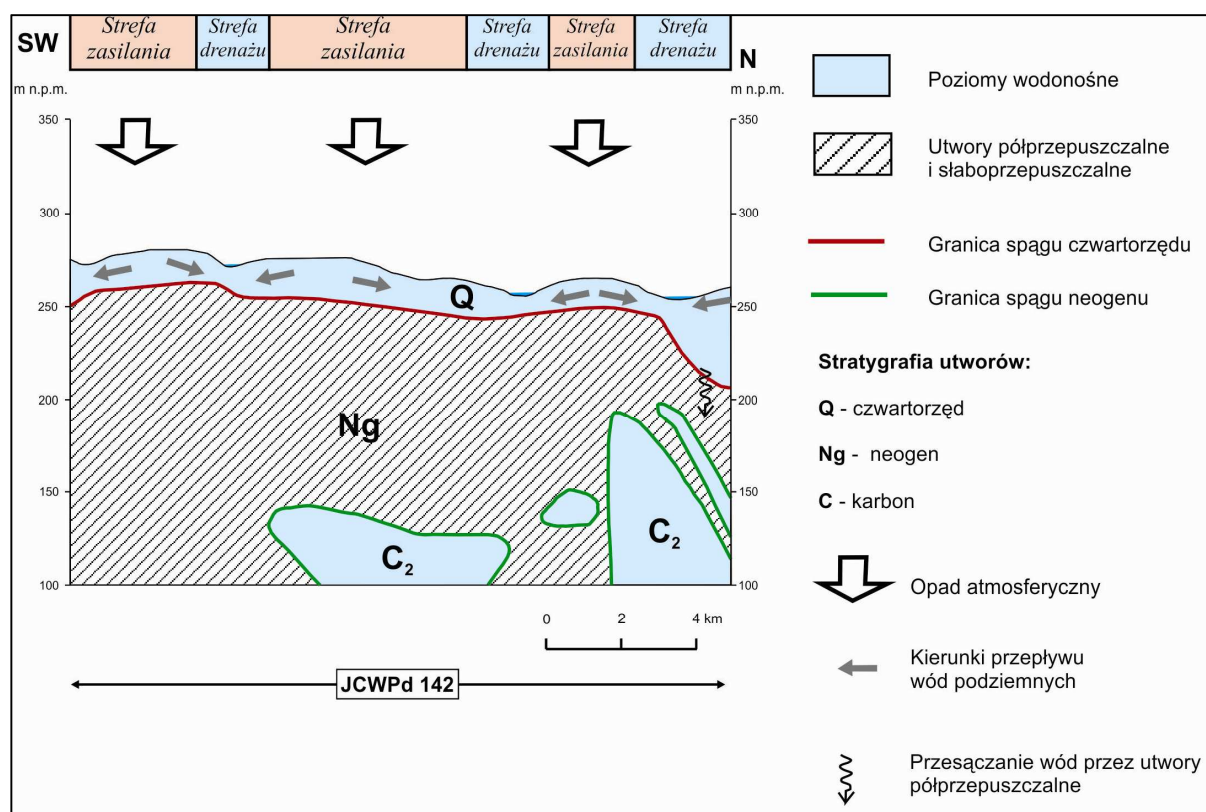
Na niewielkim obszarze we wschodniej części opisywanej JCWPd charakter użytkowy posiada piętro karbońskie. Jednak wody związane z głównym poziomem wodonośnym karbonu górnego są ujmowane wyłącznie ujęciami kopalnianymi. Budują go piaskowce i zlepieńce krakowskiej serii piaskowcowej. Tworzą one odrębne poziomy wodonośne, pozostające ze sobą w więzi hydraulicznej w obszarach sedymentacyjnych wyklinowań utworów nieprzepuszczalnych, w strefach uskokowych i w zasięgu prowadzonych robót górniczych. Tworzą jeden zbiornik karboński o charakterze porowo-szczelinowym, przepływowy, zakryty i częściowo zakryty.

W środkowej części jednostki brak jest głównego poziomu użytkowego. Jest to obszar, na którym występuje poziom neogeńsko-kredowy, zbudowany z utworów fliszowych wykształconych w postaci piaskowców przekładanych łupkami i llasto-marglistymi, bądź z margli przelawionych pakietami łupkowymi oraz wapieniami.

Lokalnie, w granicach obszarów górniczych czynnych kopalń węgla kamiennego, obszar jednostki pozostaje w zasięgu regionalnego leja depresyjnego wywołanego drenażem górniczym.



Rysunek 98. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 142. Źródło PSH



Rysunek 99. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 141. Źródło: PSH

Tabela 86. Charakterystyka JCWPd nr 142

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
863,71	Wisła	Q, Ng, T, C	lok Ken, lok Q	Q	55	DOBRY	DOBRY	SŁABY NW	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY NW

W JCWPd nr 142 nie występują obszary szczególnie narażone na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzenia rolniczego. Istotnym problemem jest niedostateczna sanitacja obszarów wiejskich i rekreacyjnych oraz nadmierne rozdysponowanie zasobów.

Podczas monitoringu operacyjnego w 2015 r., na obszarze JCWPd nr 142 opróbowano trzy punkty pomiarowe ujmujące czwartorzędowe piętro wodonośne, o głębokości do stropu warstwy wodonośnej od 5,1 do 18,0 m – pierwszy kompleks wodonośny. Wszystkie punkty zaklasyfikowano do wód w IV klasy jakości, ze względu na niski odczyn pH oraz podwyższone stężenia Mn, Fe i NH₄ (Tabela 87).

Po uśrednieniu wyników oznaczeń poszczególnych wskaźników ze wszystkich 3 punktów pomiarowych, zlokalizowanych na terenie JCWPd nr 142, w odniesieniu do NH₄, Fe i Mn stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych. Wartość odczynu pH oraz średnie stężenie jonu amonowego mieszczą się w granicach stężeń IV klasy jakości. Analiza profili geologicznych tych punktów wykazała, że ujmowany poziom jest dość dobrze izolowany od powierzchni terenu, a stwierdzone przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego mogą mieć charakter geogeniczny. Dlatego też, nie obliczano zasięgu przekroczeń TV, a stan chemiczny JCWPd nr 142 określono jako dobry. Ocenę stanu dokonano jedynie na podstawie 3 punktów pomiarowych, w związku z tym poziom wiarygodności oceny należy uznać za niski.

Ze względu na niedostateczną sanitację obszarów wiejskich i rekreacyjnych, a także nadmierne rozdysponowanie zasobów, zaleca się jednak kontynuowanie monitoringu operacyjnego tej jednostki.

Tabela 87. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 142

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
1111	5,1	15,0–19,0	Q	1	IV	Fe, pH	Mn	DOBRY	DOBRY NW
1170	6,5	12,7–16,2	Q	1	IV	Fe	NH ₄		
1167	18,0	25,5–37,5	Q	1	IV	pH	Fe, Mn		

Jednolita część wód podziemnych nr 146

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 146 znajduje się w regionie wodnym Subregion Środkowej Wisły wyżynnym i zajmuje powierzchnię 217,54 km² (Tabela 88). Jej obszar częściowo pokrywa się z obszarami następujących GZWP: nr 452 Zbiornik (T1,2) Chrzanów oraz nr 453 Zbiornik (QDK) Biskupi Bór.

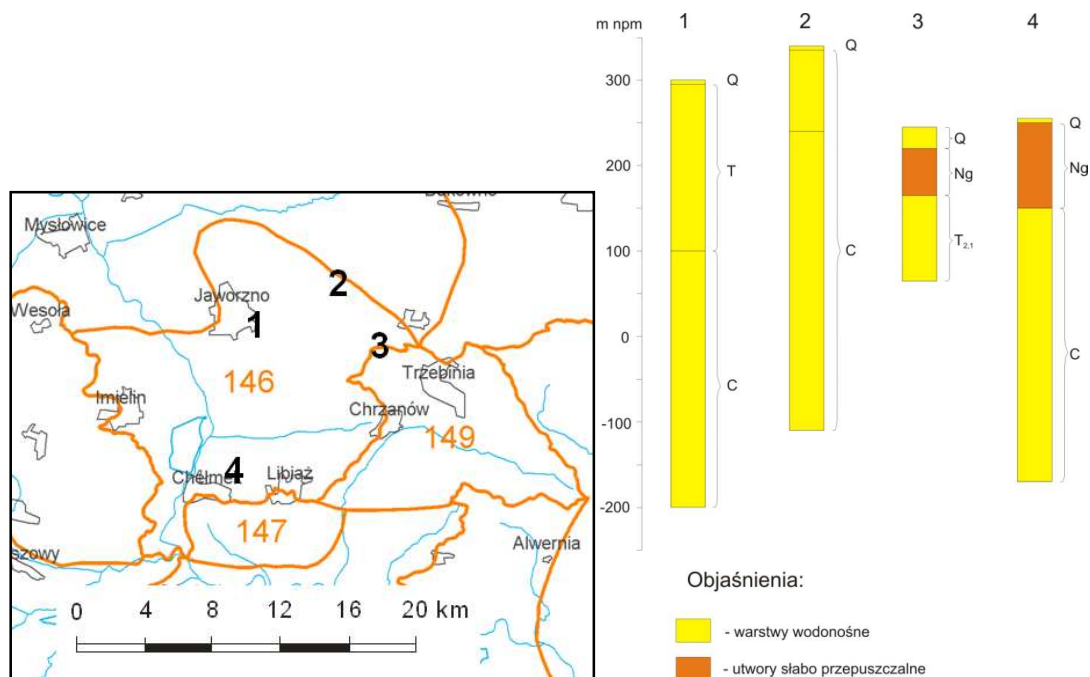
Główny użytkowy poziom wodonośny na obszarze JCWPd nr 146 związany jest z występowaniem na przeważającej części jej obszaru GZWP nr 452 Chrzanów. Można wyróżnić trzy poziomy wodonośne triasu: wapienia muszlowego (trias środkowy), retu oraz środkowego i dolnego psstrego piaskowca (trias dolny). Podstawowe znaczenie w sensie zasobowym posiadają poziomy wodonośne wapienia muszlowego i retu zbudowane z dolomitów i wapieni. W wyniku niepełnej izolacji marglistych utworów warstw gogolińskich rozdzielających wspomniane poziomy, są one połączone w jeden kompleks wodonośny, zwany serią węglanową triasu. Izolacyjny charakter tych warstw jest jednak zróżnicowany. Procesy dolomityzacji, tektonika i rozwój krasu powodują, iż tracą one własności izolacyjne. Poziom niższego psstrego piaskowca jest poziomem porowym

o nieciągłym rozprzestrzenieniu i podrzędnym znaczeniu. Poziom występuje w warstwach piaskowców różnoziarnistych z przewagą grubych frakcji, niekiedy zlepieńcowatych, o przeciętnej miąższości rzędu 10–15 m.

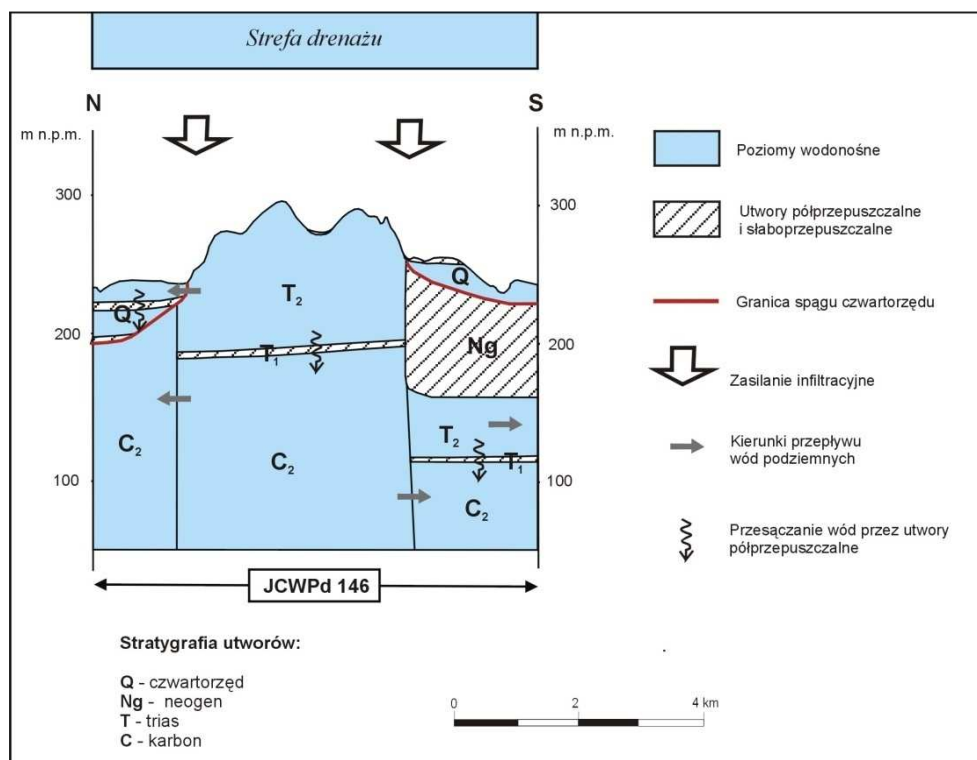
Poziomy wodonośne wapienia muszlowego i retu łączą się w jeden kompleks wodonośny serii węglanowej triasu o charakterze szczelinowo-krasowo-porowym. Miąższość tego kompleksu jest zmienna i waha się w granicach od 20 do 150 m. Zbiornik ten jest częściowo odkryty, a zasilanie zachodzi m.in. na drodze infiltracji opadów w obrębie wychodni, przesiąkania z nadległych utworów czwartorzędu i jury, dopływów z piętra wodonośnego karbonu i dewonu, jak również w wyniku infiltracji wód z cieków powierzchniowych i dopływów bocznych. Zwierciadło wód wodonośnej serii węglanowej triasu ma charakter swobodny w rejonie wychodni i drenażu kopalń rud cynku i ołowiu a subartezyjski w obszarach przykrytych utworami izolującymi. Głębokość występowania stropu warstwy wodonośnej przyjmuje wartość od 15 do 100 m lokalnie może nawet przekraczać 150 m. Wodonośna seria węglanowa triasu jest w znacznym stopniu przykryta kompleksem ilasto-mułowcowym utworów kajpru i neogenu. Utwory te stanowią izolację głównego kompleksu wodonośnego a ich maksymalna miąższość osiąga wartość rzędu 250 m. Podstawę drenażu analizowanego kompleksu wodonośnego stanowią, oprócz doliny Przemszy, również wyrobiska kopalń rud cynku i ołowiu.

Zawodnione utwory czwartorzędowe o lokalnym znaczeniu użytkowym w obszarze triasu chrzanowskiego występują w miejscach, w których słabo przepuszczalne lub nieprzepuszczalne utwory ilaste podścielają utwory piaszczysto-żwirowe. Stąd też wodonośne utwory czwartorzędowe zalegają głównie w strukturach nieckowatych i dolinach rzek, natomiast na wysoczyznach brak jest zawodnionego czwartorzędu lub pojawia się okresowo, po większych opadach. Na obszarze niecki chrzanowskiej na ilastych utworach miocenu a częściowo kajpru zalega seria piaszczysto-żwirowa o miąższości rzędu 10–30 m. Zwierciadło wód podziemnych ma charakter swobodny a ich zasilanie odbywa się przez infiltrację opadów atmosferycznych.

Wody zwykle górnokarbońskiego piętra wodonośnego związane są z kompleksem krakowskiej i górnoląskiej serii piaskowcowej oraz podrzędnie serii paralicznej. W profilu hydrogeologicznym piętra górnokarbońskiego występują pakiety wodoprzepuszczalnych osadów zbudowanych z piaskowców i zlepieńców o miąższości od kilku do kilkudziesięciu metrów i są od siebie izolowane warstwami skał słabo przepuszczalnych. Silne zaburzenia tektoniczne, głównie uskoki o różnych zrzutach, spowodowały powstanie bloków tektonicznych, które w zależności od charakteru ograniczających je uskoków, mogą być częściowo izolowane od bloków sąsiednich. Głębokość do zwierciadła wód podziemnych omawianego piętra jest kształtowana drenującym wpływem kopalń węgla kamiennego i zawiera się w granicach od około 70 do około 500 m p.p.t. (lokalnie może być znacznie płycej w granicach 15–50 m). W kompleksie tym do głębokości 200 m, lokalnie do 350 m, mogą wystąpić wody użytkowe. Zwierciadło górnokarbońskiego piętra wodonośnego ma charakter swobodny w zasięgu wychodni i w obszarach drenowanych przez górnictwo węgla kamiennego. Wodonośne utwory karbonu w przypadku przykrycia ich wodonośnymi utworami triasu eksploatowane są łącznie z powodu więzi hydraulicznych obu pięter wodonośnych. Poziomy wodonośne karbonu są zasilane poprzez bezpośrednią infiltrację w obrębie ich wychodni lub częściej poprzez wodoprzepuszczalny nadkład utworów czwartorzędowych (Rysunek 100, Rysunek 101).



Rysunek 100. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 146



Rysunek 101. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 146. Źródło: PSH

Tabela 88. Charakterystyka JCWPd nr 146

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
217,54	Wisła	(Q), T _{2,1} , C ₃	T	b.d.		SLABY	DOBRY	DOBRY	SLABY	DOBRY	DOBRY	DOBRY

Podczas monitoringu operacyjnego 2015 r., na obszarze JCWPd nr 146 opróbowano 3 punkty. Punkty nr 1223 i 2245 ujmują wody pierwszego kompleksu wodonośnego (o głębokości do stropu warstwy wodonośnej od 34 do 36 m), a punkt 2683 – wody drugiego kompleksu wodonośnego (głębokość do stropu warstwy wynosi do 11,8 m).

We wszystkich opróbowanych punktach wody zostały zaklasyfikowane do III klasy jakości (Tabela 89). Wskaźniki, których wartości przekraczają 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych to NO_3 w punkcie nr 1223 i 2245 oraz SO_4 w punkcie nr 2683. Brak przekroczeń wartości progowej pozwala określić stan chemiczny JCWPd nr 146 jako dobry z dostateczną wiarygodnością.

Ze względu na zidentyfikowaną silną antropopresję w tym rejonie (m.in. oddziaływanie miejsko-przemysłowej aglomeracji górnośląskiej; zrzuty kwaśnych wód kopalnianych do cieków powierzchniowych; zagrożenie zanieczyszczenia użytkowych poziomów wodonośnych kwaśnymi wodami kopalnianymi po zaprzestaniu odwodnień wyrobisk górniczych; oddziaływanie infrastruktury związanej z przemysłem wydobywczym węgla kamiennego; Nowicki i in., 2013), zaleca się kontynuację monitoringu operacyjnego.

Tabela 89. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 146

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
2245	34,0	52,4–88,0	T2	1	III			DOBRY	DOBRY DW
1223	36,0	49,5–82,0	T1+2	1	III				
2683	11,8	9,5–62,0	C	2	III			DOBRY	

Jednolita część wód podziemnych nr 147

Jednolita część wód podziemnych 147 została wyznaczona w południowej Polsce. Znajduje się w regionie Górnej Wisły a całkowita jej powierzchnia wynosi 36,26 km² (Tabela 90). Na obszarze JCWPd 147 nie wydodrębiono żadnego głównego zbiornika wód podziemnych.

Zwykle wody podziemne występują tu w granicach następujących pięter wodonośnych: czwartorzędowego, triasowego i karbońskiego. Głębokość występowania wód słodkich wynosi do 300–450 m.

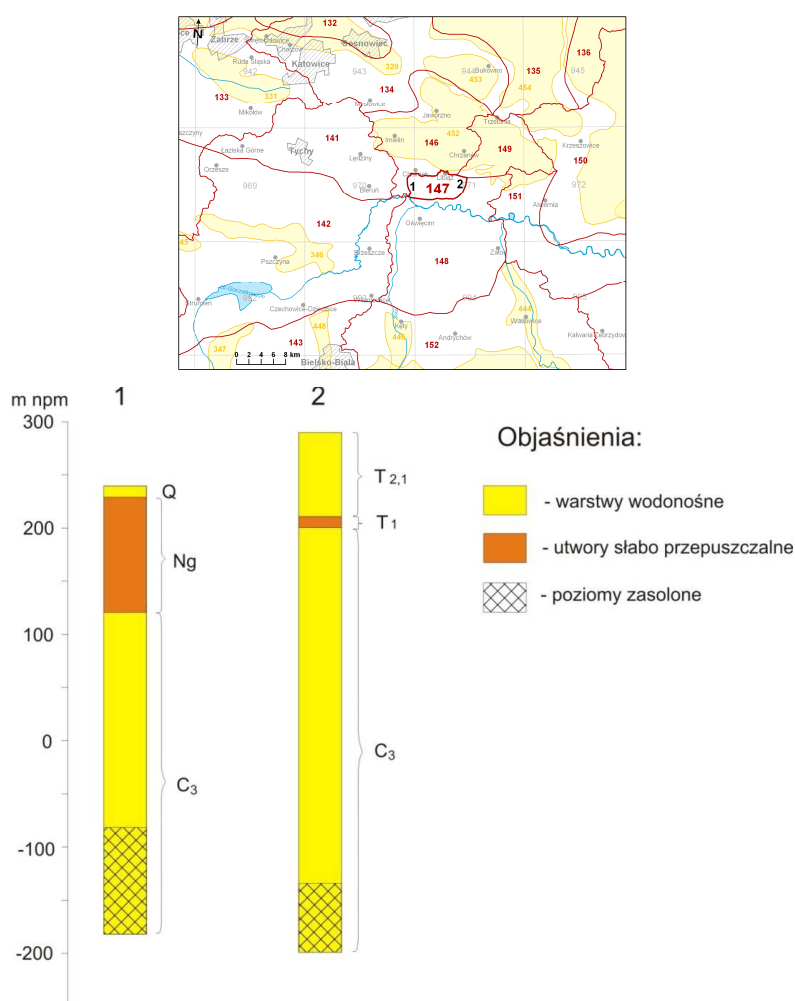
W obrębie analizowanego obszaru głównym użytkowym poziomem wodonośnym jest poziom związany z występowaniem piętra karbońskiego. Poziom ten charakteryzuje się brakiem lub lokalną, znikomą izolacją od powierzchni terenu. Zdecydowanie podrzędne znaczenie użytkowe mają pozostałe piętra: czwartorzędowe i triasowe. Posiadają one bardzo ograniczone zasięgi i występują jedynie lokalnie: czwartorzędowe, triasowe.

Wysształcenie piętra czwartorzędowego sprowadza się do występowania jednego poziomu wodonośnego. Poziom ten związany jest z osadami piaszczystymi i piaszczysto-żwirowymi akumulacji Wisły. Nie jest izolowany od powierzchni terenu. Miąższość utworów wodonośnych mieści się w przedziale 5–15 m, średnio 10 m. Zwierciadło wód podziemnych ma charakter swobodny. Strop warstwy wodonośnej występuje, w granicach jednostki, na głębokości <5 m.

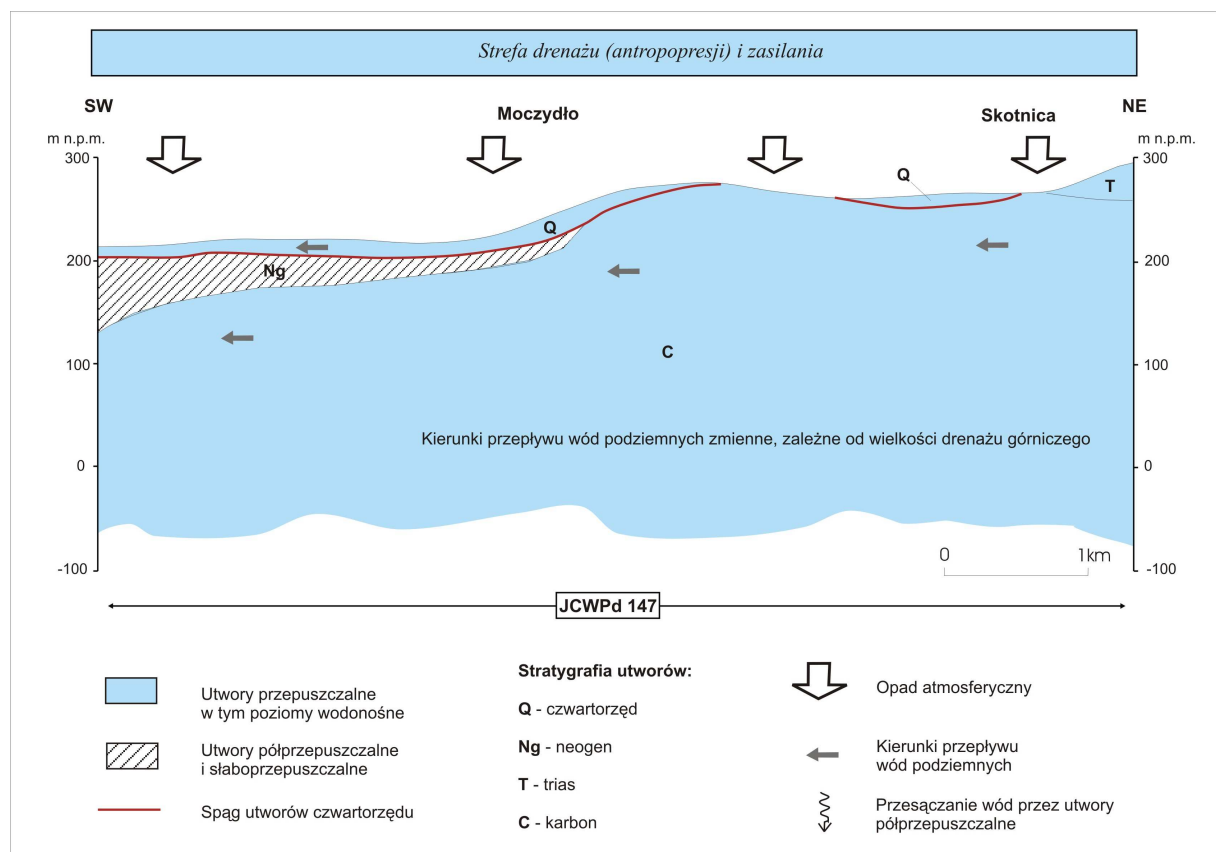
Piętro triasowe składa się z poziomu wodonośnego, który występuje w nieciągłej pokrywie utworów węglanowych triasu (często są to płyty osadów). W zasięgu utworów triasowych wypływają źródła, które w przeszłości były ujmowane na cele komunalne. Miąższość wodonośnej serii węglanowej triasu nie przekracza w granicach omawianej jednostki 100 m. Pod względem struktury hydraulicznej utwory węglanowe, budujące omawiany kompleks, są spękane i skrasowiałe, co stanowi o ich potrójnej porowatości: szczelinowo-krasowo-porowej. Ich własności hydrauliczne są z tego względu bardzo zróżnicowane. Współczynniki filtracji uzyskane z obliczeń na podstawie próbnych pompowań mieszczą się w przedziale 0,098–59,27 m/d.

Karbońskie piętro wodonośne budują wody szczelinowo-porowe w piaskowcach drobno, gruboziarnistych i zlepieńcowatych wchodzące w skład krakowskiej serii piaskowcowej. Wodonośne utwory karbońskie na obszarze sąsiednich jednolitych części wód współwystępują z zawodnionymi osadami permu tworząc wspólne regionalne piętro młodo-paleozoiczne. Parametry hydrogeologiczne głównego użytkowego piętra wodonośnego omawianej jednostki ustalono w oparciu o dane zebrane w trakcie eksploatacji złóż węgla w KWK „Janina”. Miąższość utworów wodonośnych waha się w granicach 27–300 m, średnio 75,5 m. Współczynnik filtracji przyjmuje wartości z przedziału $<0,1$ – $7,5$ m/d. Przewodność piętra wodonośnego wynosi tutaj 100 – 200 m²/24h. Głębokość do zwierciadła wód podziemnych jest zróżnicowana: od 15 m do 100 m w zależności od intensywności wpływu drenażu górniczego. Wydajność potencjalna studni wierconej waha się w przedziale 10 – 30 m³/h. Wielkość modułu zasobów odnawialnych oszacowano na 242 m³/24h·km².

System krążenia wód na omawianym terenie znajduje się pod bardzo silną antropopresją. KWK „Janina” w Libiążu (o największych zasobach operatywnych węgla kamiennego w Polsce) intensywnie drenuje wody karbońskiego kompleksu wodonośnego zakłócając naturalne kierunki przepływu wód podziemnych w kierunku doliny Wisły. Zasilanie poziomów wodonośnych następuje przez bezpośrednią lub pośrednią infiltrację opadów atmosferycznych oraz dopływy lateralne z obszarów sąsiednich (Rysunek 102, Rysunek 103).



Rysunek 102. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 146. Źródło PSH



Rysunek 103. Schemat przepływu wód podziemnych w JCWPd nr 147. Źródło PSH

Tabela 90. Charakterystyka JCWPd nr 147

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
36.26	Wisła	(Q), (T2,1), C3	lok. Ken	b.d.	b.d.	SŁABY	SŁABY	brak oceny	SŁABY	DOBRY	DOBRY	DOBRY NW

Podczas monitoringu operacyjnego 2015 r., na obszarze JCWPd nr 147 opróbowano jeden punkt pomiarowy, o głębokości do stropu warstwy wodonośnej 10,8 m. W punkcie nr 2248 nie odnotowano przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych (Tabela 91). Pozwala to określić stan chemiczny JCWPd nr 147 określić jako dobry niskiej wiarygodności.

Zagrożeniem dla jakości wód podziemnych w tym rejonie są zakłady przemysłowe, brak kanalizacji na obszarach wiejskich, a potencjalnymi ogniskami zanieczyszczeń wód podziemnych mogą być wysypiska śmieci i składowiska odpadów pokopalnianych. Dlatego też, należy dążyć do rozbudowy sieci monitoringowej na obszarze JCWPd nr 147, w celu jej dokładnego zbadania.

Tabela 91. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 147

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
2248	10,8	11–14	NgM	2	II			DOBRY	DOBRY NW

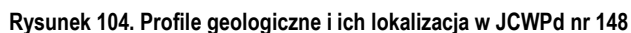
Jednolita część wód podziemnych nr 148

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 148 znajduje się w regionie wodnym Subregion zapadliska przedkarpackiego i zajmuje powierzchnię 339,78 km² (Tabela 92). Jej obszar częściowo pokrywa się z obszarem GZWP nr 452 Zbiornik (T1,2) Chrzanów.

Głównym poziomem użytkowym na obszarze JCWPd nr 148 jest czwartorzędowy poziom wodonośny, który charakteryzuje się dużą zmiennością zarówno miąższości jak i wykształcenia litologicznego. Utwory czwartorzędowe związane są tu głównie z akumulacją Wisły i jej dopływów. Po obu stronach koryta Wisły występują osady piaszczysto-żwirowe związane z procesami akumulacji, które cechuje zmienny charakter izolacji poziomu wodonośnego od powierzchni. Zwierciadło wód podziemnych ma charakter swobodny lub słabo napięty. Układ pola hydrodynamicznego w tym rejonie wskazuje jednoznacznie na drenujący charakter doliny Wisły. Strop warstwy wodonośnej występuje na głębokości z przedziału <5 do 15 m a miąższość warstwy wodonośnej wynosi od ok. 3 do 16 m, Rysunek 104.

W systemach dolinnych rzek będących dopływami Wisły poziom wodonośny jest przepływowy, odkryty a ruch wody odbywa się w ośrodku porowym. Własności hydrogeologiczne kompleksu żwirowo-piaszczystego, wypełniającego formy dolinne, są korzystne do gromadzenia i przewodzenia wody. Miąższość zawodnionej warstwy nie przekracza 10 m. Poziom wodonośny zasilany jest wodami atmosferycznymi bezpośrednio na całym obszarze jego występowania. Zwierciadło ma charakter swobodny i zalega na głębokości od ok. 1,0 do ponad 6,0 m. Głębokość położenia zwierciadła wód w omawianym obszarze ulega wahaniom i uwarunkowana jest wielkością opadów. Zawodniona warstwa zalega na ilach neogenu i pozostaje w związku hydraulicznym z wodami powierzchniowymi. Z analizy pola hydrodynamicznego wynika, że regionalny spływ wód odbywa się ku dolinie Wisły.

Na obszarze JCWPd nr 148 utwory wodonośne związane są również z systemem dolin kopalnych, który w nieznacznym stopniu pokrywa się ze współczesnym systemem hydrograficznym i bezpośrednio nawiązuje do struktur podłoża czwartorzędowego (Rysunek 105). Są one wykształcone w postaci żwirów i piasków o znacznej miąższości z przewarstwieniami półprzepuszczalnych i nieprzepuszczalnych glin, pyłów i ilów. Dlatego też niekiedy mogą występować tu dwa poziomy wodonośne. Poziom wodonośny występujący w obszarach wysoczyzn jest przepływowy, zakryty lub częściowo zakryty, o charakterze porowym. Zawodnione osady piaszczysto-żwirowe o miąższości od 4,0 do 32,0 m zalegają na ilach neogeńskich, a w części północnej również na glinach zwałowych. Warstwa wodonośna występuje na głębokości od ok. 3 do ponad 18 m i na przeważającym obszarze swego występowania przykryta jest osadami słabo przepuszczalnymi (głina zwałowa, mułki) o miąższości od 1 do ponad 18 m. Zwierciadło wody jest napięte lub słabo napięte. Lokalnie na niewielkim obszarze w północno-zachodniej części JCWPd użytkowy poziom wodonośny występuje w utworach karbonu górnego. Karbońskie piętro wodonośne budują piaskowce i zlepieńce krakowskiej serii piaskowcowej. Tworzą one odrębne poziomy wodonośne, pozostające ze sobą w więzi hydraulicznej w obszarach sedymentacyjnych wyklinowań utworów nieprzepuszczalnych, w strefach uskokowych i w zasięgu prowadzonych robót górniczych. Tworzą jeden zbiornik karboński o charakterze porowo-szczelinowym, przepływowy, zakryty i częściowo zakryty. Podrzędny poziom wodonośny, w tym obszarze, występuje w cienkiej, nieciągłej pokrywie utworów triasu (często są to płyty osadów węglanowych). Z utworów triasowych wypływają źródła. Miąższość utworów wodonośnych waha się w granicach 90–300 m. Głębokość do zwierciadła wód podziemnych jest zróżnicowana i wynosi od 5 do 150 m w zależności od intensywności wpływu drenażu górniczego.



Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonosnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonosny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
339,78	Wisła	(Q), (Ng), C3	Q	Q	89	DOBRY	SŁABY	SŁABY	DOBRY	DOBRY	DOBRY	DOBRY DW

W ramach monitoringu operacyjnego w 2015 r., na obszarze JCWPd nr 148 opróbowano 3 punkty. Dwa punkty ujmują czwartorzędowe piętro wodonośne (o głębokości do stropu warstwy wodonośnej od 1,4 do 4,0 m) a jeden paleogeńsko-neogeńskie piętro wodonośne (głębokość do stropu warstwy wodonośnej 11,5 m). Wszystkie punkty reprezentują wody pierwszego kompleksu wodonośnego (Tabela 93).

W próbkach wód pobranych w punkcie 2251 stwierdzono stężenia Fe mieszczące się w granicach stężeń odpowiadających IV klasie jakości. Jednak ze względu na geogeniczne pochodzenie pierwiastka, w punkcie wyznaczono III klasę jakości wód. W punkcie 2909 także zmieniono klasę jakości z V na IV. Pomimo tego, że zasięg przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego wynosi 51,14% powierzchni analizowanej JCWPd, jej stan chemiczny określono jako dobry dostatecznej wiarygodności, ze względu na geogeniczne pochodzenie wskaźników.

Po uśrednieniu wyników oznaczeń poszczególnych wskaźników z punktów ujmujących czwartorzędowe piętro wodonośne, stwierdzono przekroczenie wartości progowej stanu dobrego ze względu na stężenia żelaza, manganu i wartości odczynu pH.

W JCWPd nr 148 powinien być prowadzony monitoring operacyjny, ze względu na zidentyfikowaną presję rolniczą, a także niedostateczną sanitację obszarów wiejskich i rekreacyjnych.

Tabela 93. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 148

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
2250	1,4	3,0–4,0	Q	1	III	pH		DOBRY	DOBRY NW
2909	4,0	8,9–13,4	Q	1	IV	pH	Fe, Mn		
2251	11,5	12,3–17,7	Pg+Ng	1	III	Fe			

Jednolita część wód podziemnych nr 161

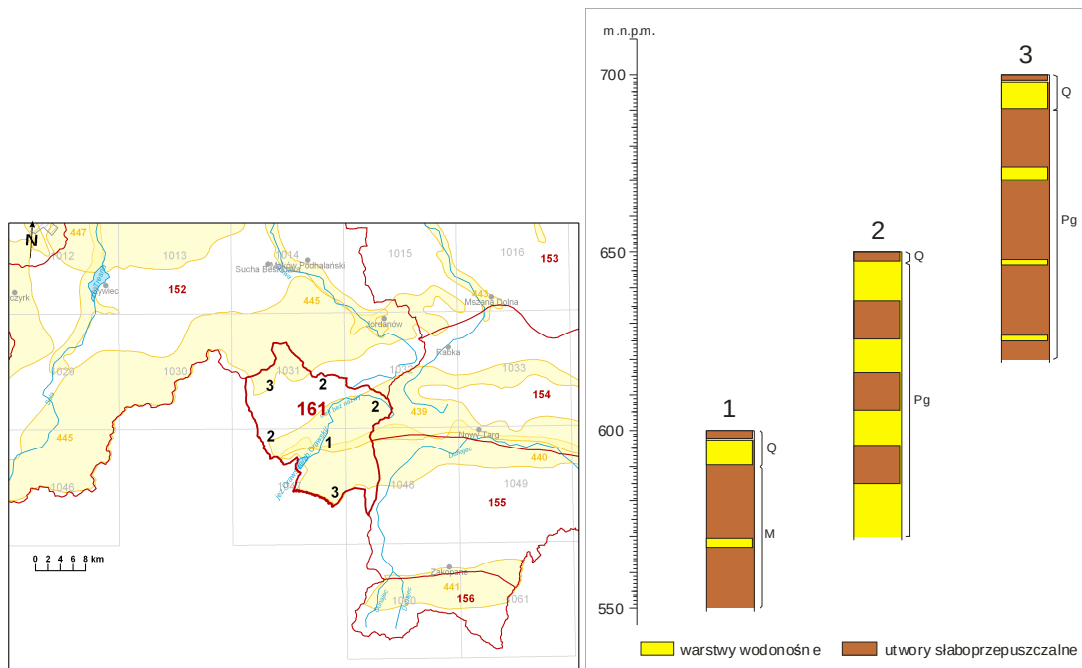
JCWPd nr 161 położona jest w regionie wodnym Orawy w pasie Zewnętrznych i Centralnych Karpat Zachodnich, a jej powierzchnia wynosi 363,3 km² (Tabela 94). Obszar JCWPd częściowo pokrywa się z następującymi GZWP: Zbiornik (F) Magura (Babia Góra) nr 445, Zbiornik (F) Magura (Gorce) nr 439, Dolina kopalna Nowy Targ nr 440.

Na obszarze JCWPd główny użytkowy poziom wodonośny wykształcony jest w utworach paleogeńsko-kredowych fliszu oraz w utworach czwartorzędowych związanych z doliną kopalną Nowy Targ (GZWP nr 440). Wydzielone użytkowe poziomy wodonośne swoim zasięgiem pokrywają się z granicami poszczególnych GZWP.

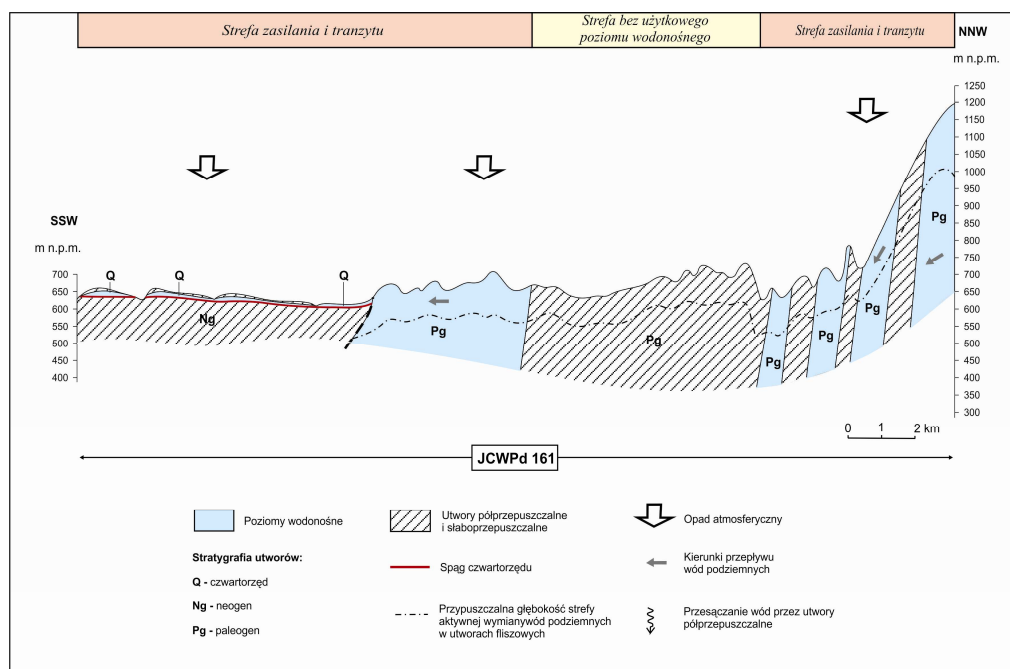
W piętrze czwartorzędowym wydzielono jeden zbiornik wód podziemnych obejmujący teren Kotliny Orawsko-Nowotarskiej. Zbiornik ten podścielony jest utworami neogeńskimi, których miąższość dochodzi do ok. 900 m. Lokalnie na północnym obrzeżeniu kotliny leży on bezpośrednio na utworach fliszowych. Osady neogeńskie wykształcone są w postaci ilów z wkładkami piaszczysto-żwirowymi, a strop tych osadów obniża się w kierunku centralnej części kotliny. Czwartorzędowe piętro wodonośne budują osady rzeczne i fluwioglacjalne wypełniające zachodnią część Kotliny Orawsko-Nowotarskiej. Spąg tych utworów zalega na głębokości 35 m. Warstwa wodonośna czwartorzędowego zbiornika wód podziemnych zbudowana jest z piasków, żwirów i otoczków, niekiedy wymieszanych ze sobą. Miąższość tej warstwy wynosi przeważnie ok. 8 m. Utwory zawadnione przykryte są przez przypowierzchniową warstwę gliny piaszczystej lub pylastej, której miąższość dochodzi do kilkunastu metrów na terenach wyniesionych w centralnej części kotliny. Obecność jej powoduje, że zwierciadło wody jest lekko napięte od kilkudziesięciu centymetrów do 7 m. Swobodne zwierciadło wody zalega na głębokości od około 1 m w dolinie rzeki do ok. 10 m w wyższych partiach kotliny. Wykazuje ono związek z wodami powierzchniowymi. Spływ wód podziemnych jest generalnie do rzeki Czarnej Orawy. Czwartorzędowy zbiornik wód podziemnych zasilany jest przez infiltrację wód opadowych.

Piętro fliszowe występuje w grubolawicowych piaskowcach i zlepieńcach osadów paleogeńskich i lokalnie w północnej części JCWPd w paleogeńsko-kredowych. W zbiornikach fliszowych występują wody podziemne typu szczelinowo-porowego. Wodonośne są piaskowce i zlepieńce, zwłaszcza w spękanych, przypowierzchniowych partiach górotworu. Strefa aktywnej wymiany wód – a co się z tym wiąże wodonośny poziom użytkowy – sięga do głębokości ok. 60–100 m. Miąższość warstwy wodonośnej mieści się w granicach 10–40 m, przeciętnie zaś ok. 20 m. Poziom wodonośny występuje na głębokości do 30 m, a lokalnie na granicy z Kotliną Orawsko-Nowotarską, gdzie flisz zalega pod osadami neogeńskimi na głębokości 30–50 m. Spotyka się zarówno swobodne jak i napięte zwierciadło wody.

Piętro fliszowe zasilane jest przez infiltrację wód opadowych, które na omawianym obszarze są stosunkowo obfite. Z kolei urozmaicona rzeźba terenu sprzyja silnemu drenowaniu tego piętra, co przejawia się występowaniem licznych źródeł (Rysunek 106, Rysunek 107).



Rysunek 106. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 161. Źródło: PSH



Rysunek 107. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 161. Źródło: PSH

Tabela 94. Charakterystyka JCWPd nr 161

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Stan ilościowy wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2010 r.	Stan chemiczny wg danych z 2011 r.	Stan ilościowy wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2012 r.	Stan chemiczny wg danych z 2013 r.	Stan chemiczny wg danych z 2014 r.
				Stratygrafia	Udział [%]							
100,17	Wisła	Q, T2, P, C3	T	b.d.		DOBRY	SLABY	brak oceny	DOBRY	DOBRY	SLABY	SLABY DW

Ocena stanu chemicznego JCWPd nr 161 została wykonana na podstawie danych z 5 punktów pomiarowych. Cztery z nich reprezentują wody pierwszego kompleksu wodonośnego, a jeden punkt wody drugiego kompleksu wodonośnego. Odnotowane w punktach 1247 i 2214 przekroczenia wartości progowej dotyczą As, K, Fe i Mn, (Tabela 95). W żadnym spośród pozostałych punktów nie doszło do przekroczenia 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych. Szacowany zasięg zanieczyszczenia stanowi ponad 26,77% powierzchni JCWPd nr 161 dlatego stan kompleksu określono jako słaby.

Wyniki analiz fizyczno-chemicznych wód wskazują na zanieczyszczenie związane z rolniczym użytkowaniem terenu i zwartą zabudową wiejską (intensywne nawożenie pól, stosowanie środków ochrony roślin, nieuregulowana gospodarka wodno-ściekowa na obszarach wiejskich, ciągi komunikacyjne). Na obszarze JCWPd nr 161 brak jest naturalnej ochrony wód podziemnych od zanieczyszczeń z powierzchni terenu. Składa się na to płytkie występowanie zwierciadła wód podziemnych o charakterze swobodnym oraz brak izolującej warstwy o szerszym rozprzestrzenieniu. Do wyjątków należy centralna część Kotliny Orawskiej, gdzie występuje izolacja w postaci kilkunastometrowej warstwy gliny. W związku z powyższym, jakość wód w obrębie JCWPd jest nietrwała. Istnieje także możliwość ascenzji wód solankowych wskutek ujmowania wód zwykłych z paleogeńsko-kredowego kompleksu wodonośnego (źródło solankowe w Sidzinie), (Nowicki, i in., 2013). Na obszarze JCWPd nr 161, a szczególnie w jej północnej części nie występuje główny użytkowy poziom wodonośny (Mapa hydrogeologiczna Polski (MhP)). Obszary te stanowią blisko 40% całej JCWPd nr 161..

W punkcie nr 1237, reprezentującym drugi kompleks wodonośny, określono II klasę jakości – żaden ze wskaźników nie przekroczył wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych (Tabela 95).

Stan chemiczny wód podziemnych JCWPd nr 161 określono jako słaby dostatecznej wiarygodności. Jednostka ta powinna nadal być objęta monitoringiem operacyjnym.

Tabela 95. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 161

Nr MONBADA	Głębokość do stropu warstwy wodonośnej [m]	Przedział ujętej warstwy wodonośnej [m p.p.t.]	Stratygrafia	Kompleks wodonośny	Klasa jakości w punkcie	Wskaźniki, dla których stwierdzono przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego, w zakresie stężeń		Stan chemiczny kompleksu wodonośnego	Stan chemiczny JCWPd
						IV klasy jakości	V klasy jakości		
2214	2,3	3,4–3,6	Q	1	V		K	SLABY	SLABY DW
1382	b.d.	b.d.	PgE	1	II				
1247	0,6	4,5–7,5	Q	1	IV	Fe, As	Mn		
1236	12,0	15,0–25,0	Q	1	I				
1237	47,0	b.d.	NgM	2	II			DOBRY	

7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

7. 1. Niniejsze opracowanie zostało przygotowane na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (GIOŚ) w Warszawie, zgodnie z umową nr 15/2015/F z dnia 12 maja 2015 r. w ramach projektu „Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach w latach 2015–2018”.
7. 2. Celem niniejszej pracy była analiza wartości stężeń wskaźników fizyczno-chemicznych w próbkach wody pobranych podczas monitoringu operacyjnego 2015, w celu określenia jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych oraz dokonanie oceny stanu chemicznego w reprezentowanych przez te punkty jednolitych częściach wód podziemnych (JCWPd).
7. 3. Monitoring operacyjny jednolitych części wód podziemnych prowadzony jest w celu dokonania oceny stanu chemicznego wszystkich JCWPd uznanych za zagrożone niespełnieniem określonych dla nich celów środowiskowych oraz stwierdzenia obecności długoterminowych tendencji wzrostowych stężenia wszelkich zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego.
7. 4. Ocenę stanu chemicznego według danych z 2015 r. wykonano dla 42 jednolitych części wód podziemnych.
7. 5. Kryteria wyboru punktów i JCWPd wytypowanych do opróbowania w ramach monitoringu operacyjnego 2015 były następujące:
 - opróbowanie JCWPd określonych jako zagrożone w aktualnie obowiązujących planach gospodarowania wodami;
 - opróbowanie JCWPd, których stan chemiczny w poprzednich latach został określony jako słaby;
 - opróbowanie JCWPd, w których w poprzednich latach stwierdzono przekroczenie 75% wartości progowej stanu dobrego (TV);
 - opróbowanie JCWPd, na których możliwe jest ryzyko wystąpienia antropopresji;
 - opróbowanie punktów na terenie, lub w bezpośrednim sąsiedztwie, obszarów szczególnie narażonych na zanieczyszczenia pochodzenia rolniczego (OSN).
7. 6. Podstawą do określenia jakości wód podziemnych w punktach i dokonania oceny stanu chemicznego wód podziemnych w Polsce w 2015 r. było Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. 2016, poz. 85).
7. 7. Ocena stanu chemicznego JCWPd zagrożonych nieosiągnięciem stanu dobrego została przeprowadzona zgodnie z procedurą wykonywania testu C.1 – Ogólna ocena stanu chemicznego (Kuczyńska A., i in., 2013 r.), którego celem jest ustalenie zakresu wskaźników wpływających na słaby stan chemiczny JCWPd, a także przestrzennego zasięgu zanieczyszczenia wód podziemnych. Ocena realizowana jest etapowo, przy czym przystąpienie do realizacji kolejnych etapów uwarunkowane jest wynikiem oceny bieżącej. Warunkiem określenia dobrego stanu chemicznego JCWPd w teście jest wykazanie, że w żadnym punkcie pomiarowym nie stwierdzono przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego albo, że obszar na którym zidentyfikowano przekroczenie wartości progowych dobrego stanu chemicznego nie przekracza 20% całkowitej powierzchni JCWPd jednokompleksowych lub 40% w przypadku JCWPd wielokompleksowych.
7. 8. Podstawowym źródłem danych do niniejszego opracowania były wyniki oznaczeń wskaźników fizyczno-chemicznych wykonane w 274 punktach monitoringu wód podziemnych w ramach monitoringu operacyjnego 2015 r., przeprowadzonego przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, na zlecenie GIOŚ, w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (Umowa 15/2015/F). Dodatkowo, do oceny stanu chemicznego wykorzystano wyniki zebrane przez państwową służbę

- hydrogeologiczną (PSH) w ramach realizacji monitoringu badawczego oraz kontroli punktów obserwacyjnych sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych – 96 punktów.
7. 9. W ocenie jakości wód podziemnych w punktach monitoringowych oraz ocenie stanu chemicznego wód podziemnych wg danych z 2015 r. uwzględniono wyniki tych oznaczeń, dla których błąd względny analizy określony na podstawie bilansu jonowego nie przekraczał 10%. Analiza bilansu jonowego wykazała, że dopuszczalny błąd analizy na poziomie do 10% osiągnięto dla 360 spośród 370 próbek, czyli 97,3% wszystkich próbek, natomiast błąd analizy na poziomie do 5% osiągnięto dla 340 spośród 370 próbek (91,9% wszystkich próbek). Niskie wartości obliczonego błędu analizy potwierdzają poprawne wykonanie oznaczeń oraz wysoką wiarygodność danych źródłowych.
7. 10. W ramach kontroli jakości badań terenowych, do laboratorium chemicznego przekazano 25 próbek dublowanych na oznaczenia wskaźników fizyczno-chemicznych, 6 próbek dublowanych na oznaczenia wskaźników organicznych, 14 zestawów próbek zerowych terenowych i 14 zestawów próbek zerowych transportowych, (Tabela 3).
7. 11. Na podstawie wyników analiz próbek dublowanych oceniono wariancję techniczną, która jest sumą efektów opróbowania i analityki oraz wariancję hydrogeochemiczną, związaną z naturalną zmiennością przestrzenną wskaźników hydrogeochemicznych wody. Natomiast na podstawie analizy próbek zerowych obliczono praktyczne granice oznaczalności (LQ), a następnie porównano je z granicami oznaczalności deklarowanymi przez CLCh (LOQ). Mimo dużego zbioru danych i zróżnicowanych warunków poboru (udział wielu zespołów próbkobiorców, zmienne warunki atmosferyczne, różne typy punktów poboru, znaczne rozprzestrzenienie punktów, duża odległość między punktem poboru a laboratorium) uzyskano wyniki charakteryzujące się wysoką precyzją oznaczeń. Świadczy to o zastosowaniu właściwych procedur opróbowania oraz właściwych metod analitycznych do oznaczeń poszczególnych wskaźników fizyczno-chemicznych. W związku z powyższym wyniki monitoringu operacyjnego 2015 r. można uznać za wiarygodne do oceny jakości wód podziemnych.
7. 12. Granice oznaczalności metod analitycznych dla większości wskaźników są dostosowane do wymogów Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. 2016, poz. 85) i umożliwiają ocenę jakości wód podziemnych badanych próbek w zakresie klas jakości I–V. Jedynie w przypadku oznaczania stężeń fenoli (indeks fenolowy), obecne możliwości analityczne laboratorium nie pozwalają na obniżenie granicy oznaczalności poniżej 0,1 mg/l.
7. 13. Podczas analizy danych wykorzystano bieżące opracowania państwowej służby hydrogeologicznej, w tym modele pojęciowe jednolitych części wód podziemnych i dane z Centralnej Bazy Danych Hydrogeologicznych (Bank Hydro). W analizie posiłkowano się również charakterystykami hydrogeologicznymi badanych jednostek oraz kraju, w tym Mapą hydrogeologiczną Polski 1:50 000, które na potrzeby opracowania scalono i zestandaryzowano. W przeprowadzonej analizie korzystano również z informacji roboczych PSH, stanowiących podstawę opracowania planów gospodarowania wodami w obszarach dorzeczy, w których uwzględniono element presji. Dostępne informacje na temat presji antropogenicznej wymagają stałej aktualizacji i uzupełniania, co wychodzi poza ramy tematyczne niniejszego zadania. Wyniki monitoringu stanu chemicznego wskazują jednak, że presja antropogeniczna ma lokalnie wpływ na jakość wód podziemnych.
7. 14. Ocena stanu chemicznego została przeprowadzona w dwóch etapach. W etapie pierwszym dokonano klasyfikacji jakości próbek wody w punktach pomiarowych. W drugim etapie dokonano agregacji wyników z punktów pomiarowych reprezentatywnych dla kompleksów wodonośnych i jednostek JCWPd. Agregacja danych daje poglądowe spojrzenie na średnie wartości stężeń poszczególnych wskaźników w kompleksach i w JCWPd. Brak przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych dla wartości średnich pozwala przypuszczać, że odnotowane przekroczenia TV w pojedynczych punktach występują lokalnie i nie mają wpływu na stan chemiczny w całej jednostce.

7. 15. Wykonano analizę wskaźnikową uwzględniającą rozkład stężeń poszczególnych wskaźników fizyczno-chemicznych w klasach I–V; w tym również analizę stężeń azotanów w odniesieniu do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. 2016, poz. 85) oraz do wytycznych Dyrektywy Azotanowej.
7. 16. Do oceny stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych zagrożonych nieosiągnięciem dobrego stanu chemicznego na podstawie badań z 2015 r. wykorzystano dane z 356 punktów pomiarowych, w tym 162 to punkty ujmujące warstwy wodonośne o zwierciadle swobodnym, 194 – warstwy wodonośne o zwierciadle napiętym.
7. 17. Wyniki analiz wykazały, że wśród 162 punktów o swobodnym zwierciadle wody, 1 punkty zakwalifikowano do I klasy jakości, 35 punktów – do II klasy jakości, 63 punktów – do III klasy jakości, 44 punkty – do IV klasy jakości oraz 19 punktów – do V klasy jakości.
7. 18. Wśród 194 punktów ujmujących wody o napiętym zwierciadle, 1 punkt zakwalifikowano do I klasy jakości, 65 punktów – do II klasy jakości, 67 punktów – do III klasy jakości, 47 punktów – do IV klasy jakości oraz 16 punktów – do V klasy jakości.
7. 19. Procentowy udział punktów w klasach jakości I–V, wśród punktów ujmujących zwierciadło swobodne, w 2015 r., kształtował się następująco: klasa I – 0,62%, klasa II – 21,60%, klasa III – 38,89%, klasa IV – 27,16% i klasa V – 11,73%. Wśród punktów ujmujących poziomy wodonośne o zwierciadle napiętym, rozkład ten kształtował się następująco: klasa I – 0,52%, klasa II – 33,51%, klasa III – 34,54%, klasa IV – 23,20% oraz klasa V – 8,25% (Tabela 8).
7. 20. Wśród wszystkich 356 punktów wykorzystanych do oceny stanu chemicznego według danych z 2015 r. dominują wody III klasy jakości, stanowiące 36,52% wszystkich punktów. Wody I klasy jakości stwierdzono w 0,56% punktów, wody II klasy jakości – w 28,09%, wody IV klasy jakości – w 25,00%, a wody V klasy jakości – w 9,83% (Tabela 8). Oznacza to, że w 65,17% punktów stan chemiczny wód podziemnych określono jako dobry. W pozostałych 34,83% punktów stan chemiczny określono jako słaby. Wśród punktów, dla których stan chemiczny określono jako słaby większy udział mają wody IV klasy jakości – 25,00%.
7. 21. W 173 punktach podniesiono określoną według wartości stężeń klasę jakości wody o jeden stopień w stosunku do wartości granicznych określonych w załączniku do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. 2016, poz. 85). Eksperskie zmiany klasy jakości zastosowano w odniesieniu do wskaźników pochodzenia geogenicznego. W 2 przypadkach klasę jakości zmieniono z klasy II na I, w 81 przypadkach – z klasy III na II, w 42 przypadkach – z klasy IV na III, natomiast w 48 przypadkach – z klasy V na IV. W większości przypadków zmianę eksperckiej klasy jakości przeprowadzono ze względu na przekroczenia żelaza i/lub manganu – 62 spośród wszystkich 173 przypadków. W pozostałych przypadkach podniesienie klasy jakości przeprowadzono ze względu na wyniki pomiarów terenowych (temperatura, tlen rozpuszczony, pH) lub ze względu na następujące wskaźniki: jon amonowy, ogólny węgiel organiczny i wodorowęglany, których pochodzenie ma prawdopodobnie charakter geogeniczny.
7. 22. W odniesieniu do zawartości azotanów w wodach podziemnych w 25 spośród 356 punktów (7,02% punktów) stwierdzono stężenia powyżej 50 mgNO₃/l, tj. powyżej wartości progowej zawartej w Dyrektywie Azotanowej. W 71,60% próbek wody pobranych z punktów ujmujących warstwy wodonośne o zwierciadle swobodnym oraz w 91,24% próbek pobranych z punktów ujmujących warstwy wodonośne o zwierciadle napiętym zaobserwowano wartości stężeń azotanów poniżej 24,99 mgNO₃/l. Stężenia azotanów powyżej 50 mg/l stwierdzono w przypadku 3,09% próbek pobranych z warstw wodonośnych o naporowym charakterze zwierciadła wody oraz w przypadku 11,73% próbek pobranych z warstw wodonośnych o zwierciadle swobodnym.
7. 23. Przeprowadzona analiza oceny jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych, w odniesieniu do poszczególnych wskaźników fizyczno-chemicznych wykazała, że dla 25 spośród 42 wskaźników fizyczno-chemicznych (przewodność elektrolityczna właściwa, temperatura, tlen rozpuszczony, antymon,

- cyjanki wolne, cyna, ołów, rtęć, srebro, tal, beryl, chrom, kadm, kobalt, tytan, wanad, miedź, bar, bor, fluorki, glin, magnez, molibden, selen i uran), wszystkie lub prawie wszystkie wyniki oznaczeń mieszczą się w zakresie stężeń odpowiednim dla klas I–III, czyli odpowiadają dobremu stanowi chemicznemu. Wyniki analiz z 2015 r. dla tych wskaźników charakteryzują się niskimi stężeniami w wodach podziemnych i nie decydują o słabej ocenie stanu chemicznego w punktach pomiarowych.
7. 24. Dla wskaźników takich jak: odczyn pH, arsen, fosforany, nikiel i sód, ponad 90% oznaczeń mieści się w granicy stężeń I klasy jakości, co świadczy o tym, że ze względu na te wskaźniki wody przeważnie charakteryzują się dobrą jakością.
7. 25. Dla 9 wskaźników: arsenu, azotynów, chlorków, fosforanów, niklu, cynku, wodorowęglanów, sodu i wapnia, wartości stężeń mieszczące się w zakresie IV i V klasy jakości, a więc odpowiadające słabemu stanowi chemicznemu, nie przekraczają 3% wszystkich punktów. Anomalne stężenia tych wskaźników odnotowywane są w pojedynczych punktach i mogą świadczyć o lokalnych ogniskach zanieczyszczeń.
7. 26. Na podstawie analizy przeprowadzonej w odniesieniu do przekroczeń wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych i jej 75%, dla poszczególnych wskaźników stwierdzono, że przekroczenie 75% wartości progowej dobrego stanu chemicznego dotyczy najczęściej takich wskaźników jak wodorowęglany, temperatura, wapń, żelazo, ogólny węgiel organiczny, jon amonowy i mangan. Wskaźniki te najczęściej są jednak pochodzenia geogenicznego i nie wskazują na zanieczyszczenie wód podziemnych. Dość liczne przekroczenia 75% wartości progowej TV odnotowano również w odniesieniu do azotanów, potasu i siarczanów. Wskaźniki te mogą być związane z antropopresją (m.in. rolnictwo, gospodarka wodno-ściekowa).
7. 27. Największe zróżnicowanie w rozkładzie wartości stężeń w poszczególnych klasach jakości obserwowane jest w przypadku żelaza, manganu i wodorowęglanów. Są to wskaźniki, których stężenia najczęściej przekraczają 75% wartości progowej dobrego stanu. Jednak pochodzenie tych wskaźników jest najczęściej geogeniczne i wynika z litologii warstw budujących ujmowane poziomy wodonośne i warstw nadległych.
7. 28. Ocena wskaźników organicznych wykonana w próbkach wody pobranych ze 79 punktów pomiarowych nie wykazała istotnych stężeń tych substancji w wodach podziemnych. 93,16% oznaczeń wykazało stężenia poniżej granicy oznaczalności LOQ. Porównanie wartości stężeń wskaźników organicznych z wartościami granicznymi klas jakości wykazało, że na 79 punktów, w 15 punktach zaobserwowano przekroczenia I klasy jakości, w tym II klasę jakości stwierdzono w punktach o numerach: 115, 690, 782, 829, 933, 1184, 1423, 1490, 1492, 1494, 1902, 2603, III klasę jakości w punkcie nr 1111 (ze względu na stężenie fluorantenu), natomiast V klasę jakości stwierdzono w punktach nr 1219 i 2311 (ze względu na stężenie wskaźników organicznych z grupy WWA).
7. 29. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych wg danych z 2015 r. została przeprowadzona dla czterdziestu dwóch jednolitych części wód podziemnych o numerach: 1, 2, 12, 14, 15, 16, 17, 25, 26, 36, 38, 39, 43, 47, 49, 62, 64, 69, 73, 74, 85, 88, 89, 92, 94, 96, 101, 105, 116, 122, 123, 126, 128, 130, 132, 134, 141, 142, 146, 147, 148, 161. W przypadku 10 JCWPd o numerach: 14, 26, 38, 92, 105, 123, 142, 146, 147, 148 pomimo wykonania opróbowania w obrębie jednostki, mała liczba opróbowanych punktów (1–4) ogranicza wykonanie wiarygodnej interpretacji dla całej JCWPd. Dlatego w przypadku wymienionych JCWPd wykonana ocena opatrzona została komentarzem niskiej wiarygodności oceny. Wymienione powyżej jednolite części wód podziemnych poddano szczegółowej analizie w odniesieniu do stężeń 42 parametrów fizyczno-chemicznych, dla których wartości stężeń w granicach stanu chemicznego „dobrego” lub „słabego” określa Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. 2016, poz. 85).
7. 30. Powierzchnia 42 JCWPd dla których dokonano oceny stanu chemicznego wynosi 57 525,73 km². 22 z nich znajduje się w dorzeczu Wisły (18660,95 km²), 19 w dorzeczu Odry (38 505,16 km²) oraz 1 w dorzeczu Dunaju (359,62 km²). Wyniki przeprowadzonej analizy wykazały dobry stan chemiczny wód

- podziemnych w 33 JCWPd (łącznie powierzchnia 49 479,83 km²). W 9 JCWPd stwierdzono słaby stan chemiczny (łącznie powierzchnia 8 046,70 km²).
7. 31. Dorzecze Wisły: wśród badanych 22 JCWPd leżących w dorzeczu Wisły, w 9 JCWPd wykazano dobry stan chemiczny wód podziemnych dostatecznej wiarygodności, w 8 dobry stan chemiczny niskiej wiarygodności a w 5 słaby stan chemiczny dostatecznej wiarygodności
7. 32. Dorzecze Odry: wśród badanych 19 JCWPd leżących w dorzeczu Odry, w 16 JCWPd wykazano dobry stan chemiczny wód podziemnych dostatecznej wiarygodności, w 2 słaby stan chemiczny dostatecznej wiarygodności, a w 1 JCWPd stan ten określono jako słaby niskiej wiarygodności.
7. 33. Dorzecze Dunaju: w dorzeczu rzeki Dunaj przeanalizowano JCWPd nr 161, w której stwierdzono słaby stan chemiczny wód podziemnych z dostateczną wiarygodnością.
7. 34. Jednolite części wód podziemnych, w których udokumentowano słaby stan chemiczny według badań monitoringu operacyjnego 2015 r. to JCWPd nr: 1, 12, 15, 26, 43, 126, 132, 141, oraz 161.
7. 35. Główne wskaźniki warunkujące jakość wód podziemnych w JCWPd, których stan chemiczny został określony jako słaby:
- JCWPd nr 1 – przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego: Cl, TOC, PO₄, Se, Ca, Fe, NO₂, NH₄, Na, PEW, Mg, K;
 - JCWPd nr 12 – przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego: Zn, TOC, Al, pH, Fe, Na NH₄, K, HCO₃;
 - JCWPd nr 15 – przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego: HPO₄, NH₄, Fe, Mn, indeno[1, 2, 3cd]piren, piren, fluoranten, benzo(a)piren, chryzen, suma WWA;
 - JCWPd nr 26 – przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego: SO₄, Ca, Fe;
 - JCWPd nr 43 – przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego: NO₃, NO₂, Fe, pH, K, Na, Cl, TOC, HCO₃, As, Ba;
 - JCWPd nr 126 – przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego: pH, TOC, Fe, As, Mn, SO₄ i związki z grupy WWA;
 - JCWPd nr 132 – przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego: NO₃ i 75% TV w przypadku: SO₄, Zn, NO₃, HCO₃;
 - JCWPd nr 141 – przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego: Fe, pH, Zn, Ni, K, SO₄, Mn, Ca;
 - JCWPd nr 161 – przekroczenia wartości progowej dobrego stanu chemicznego: As, Mn, Fe, K.
7. 36. Przeprowadzona analiza wykazała utrzymujące się wysokie stężenia, powyżej wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych, takich wskaźników jak: NO₃, K, SO₄, HCO₃, Na, Ca, F i Ni, które mogą być spowodowane oddziaływaniami antropogenicznymi. Wskaźniki takie jak Fe, Mn, TOC i NH₄ mogą mieć pochodzenie geogeniczne oraz są stosunkowo łatwe do usunięcia w procesie uzdatniania wody.
7. 37. Wyniki monitoringu chemicznego wskazują, że powodem określenia słabego stanu chemicznego wód podziemnych w ww. JCWPd jest głównie antropopresja o ograniczonym zasięgu związana z gospodarką rolną bądź niewłaściwą gospodarką wodno-ściekową w regionie. W JCWPd nr 2, 43 i 132 stan słaby spowodowany jest zidentyfikowaną ascensją lub ingresją wód słonych, spowodowaną często nadmierną eksploatacją użytkowych poziomów wodonośnych.
7. 38. Porównanie wyników oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z roku 2015 z wynikami poprzedniej oceny wykonanej wg danych z 2014 r. wskazuje, że ocena stanu chemicznego nie uległa zmianie w odniesieniu do 35 analizowanych jednostek (Palak-Mazur i in., 2015b). W przypadku 27 jednostek ich stan chemiczny pozostał dobry, a 8 słaby (Załącznik 6). JCWPd nr 15 zmieniła stan chemiczny z dobrego na słaby, ze względu na przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego wód podziemnych następujących wskaźników: PO₄, NH₄, Fe, Mn, indeno[1, 2, 3cd]piren, piren, fluoranten, benzo(a)piren,

chryzen, suma WWA. W JCWPd o numerach: 2, 73, 92, 122 i 128 zaobserwowano obniżenie wartości stężeń poszczególnych wskaźników i/lub zmniejszenie szacowanego zasięgu zanieczyszczenia.

7. 39. W przypadku JCWPd nr 123 i 147 dostępnych do opróbowania było zaledwie po 1–2 punkcie monitoringowym. Sieć monitoringu wód podziemnych PIG-PIB jest na bieżąco uzupełniana i do roku 2016 planowane jest wzbogacenie sieci do minimum 1250 punktów pomiarowych.
7. 40. W kolejnych latach do monitoringu operacyjnego stanu chemicznego rekomenduje się następujące JCWPd: 1, 2, 12, 14, 15, 16, 17, 25, 26, 36,38, 39, 43, 47, 49, 62, 64,69, 73, 74, 85, 88, 89, 92, 94, 96, 101, 105, 116, 122, 126, 128, 132, 134, 141, 142, 146, 147, 148, 161. Należy jednak pamiętać, że od 2016 r. obowiązuje podział na 172 jednolite części wód podziemnych, dlatego trzeba będzie zestawić granice wymienionych wyżej jednostek z granicami w podziale na 172 JCWPd. Lista jednostek wskazanych do monitoringu operacyjnego w 2017 r., będzie dodatkowo zweryfikowana na podstawie wyników oceny stanu na podstawie danych z monitoringu diagnostycznego z 2016 r. (Załącznik 6).

8. LITERATURA

Bank HYDRO, 2012 – <https://spdpsh.pgi.gov.pl/PSHv7/Psh.html>

Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnego działania w dziedzinie polityki wodnej (inaczej Ramowej Dyrektywy Wodna).

Dyrektywa 2006/118/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 grudnia 2006 r. w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu (inaczej Dyrektywa Wód Podziemnych)

Komisja Europejska, 2011, poradnik: „Nitrates’ directive 91/676/CEE. Status and trends of aquatic environment and agricultural practice”.

Kuczyńska A., Cabalska J., Czyżkowski B., Galczak M., Gałkowski P., Herbich P., Kazimierski B., Kucharczyk K., Kostka A., Kowalczyk A., Mikołajczyk A., Mikołajków J., Palak-Mazur D., Rojek A., Solovey T., Woźnicka M., 2013a – Adaptacja metodyk przedstawionych w poradnikach UE dotyczących oceny stanu chemicznego i ilościowego wód podziemnych, opracowanie procedur i „makr” dla przeprowadzenia analiz, obliczeń i ocen.

Kuczyńska A., Galczak M., Gałkowski P., Kucharczyk K., Kostka A., Kowalczyk A., Mikołajczyk A., Palak-Mazur D., Stojek M., Rojek A., Solovey T., Herbich P., Kazimierski B., Chada M., Lewandowska A., Madej M., Hordejuk T., Stańczak E., Wojewódka M., 2013b – Raport o stanie chemicznym oraz ilościowym jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach w podziale na 161 i 172 JCWPd, stan na rok 2012 (zadanie 8: Interpretacja wyników monitoringu stanu chemicznego i ilościowego, ocena stanu chemicznego i ilościowego jednolitych części wód podziemnych (w podziale na 161 i 172 JCWPd), opracowanie raportu o stanie jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach, wykonane w ramach realizacji II etapu umowy nr 21/2012/F z dnia 20.08.2012 r.)

Nowicki Z., Gryczko-Gostyńska A., Ptaszkiewicz M., Wagner J., Felter A., Honczaruk M., Olędzka D., Stępińska-Drygała I., Szulik J., Szydło M., Wesołowski M., Woźnicka M., Herbich P., Paciura W., Mordzonek G., Gałkowski P., Adamski M., 2013 „Charakterystyka wód podziemnych zgodnie z zapisami załącznika II.2 Ramowej Dyrektywy Wodnej”.

Macioszczyk A., Dobrzyński D., 2007 – Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Paczyński B. (red.), 1995 – Atlas Hydrogeologiczny Polski, cz. I i II. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

Palak-Mazur D., Kostka A., Kuczyńska A., Ścibior K., 2015a – RAPORT z wykonania zadania nr 9 – *Interpretacja wyników monitoringu operacyjnego, ocena stanu chemicznego oraz przygotowanie opracowania o stanie chemicznym jednolitych części wód podziemnych zagrożonych nieosiągnięciem dobrego stanu*. PIG-PIB, Warszawa.

Palak-Mazur D., Kostka A., Ścibior K., Cabalska J., Mikołajczyk A., Stańczak E., Kuczyńska A., Kucharczyk K., Woźnicka M., 2015b – Sprawozdanie z wykonania zadań ETAPU I: Zadanie nr 1: *Przygotowanie punktów pomiarowych do pobrania próbek wody i pobranie próbek wody w ramach monitoringu operacyjnego w 2015 roku (1 opróbowanie jesienne)*; Zadanie nr 2: *Wykonanie analiz fizyczno-chemicznych, w zakresie elementów nieorganicznych, próbek wody pobranych w ramach monitoringu operacyjnego w 2015 roku*; Zadanie nr 3: *Wykonanie oznaczeń substancji organicznych w próbkach wody pobranych w ramach monitoringu operacyjnego w 2015 roku*; Zadanie nr 4: *Administracja bazy danych Monitoringu Wód Podziemnych w zakresie danych chemicznych; archiwizacja wyników z monitoringu stanu chemicznego wód podziemnych; coroczne opracowywanie wyników monitoringu stanu chemicznego w układzie zlewniowym i w granicach województw*; Zadanie nr 5: *Opracowanie danych o stanie wód podziemnych na potrzeby raportowania do sieci WISE SoE*.

Palak D., Kazimierski B., Cabalska J., Galczak M., Gałkowski P., Kostka A., Kowalczyk A., Kucharczyk K., Kuczyńska A., Mikołajczyk A., Mrowiec M., Solovey T., 2011 – Ocena stanu chemicznego i ilościowego jednolitych części wód podziemnych w 2010 roku. Biblioteka Monitoringu Środowiska.

Prussak B., (1998) Objasnienia do Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000. Arkusz Nowy Dwór Gdański (0057). Państwowy Instytut Geologiczny.

- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz. U. 2016, poz. 85).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 listopada 2011 r. w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych (Dz. U. 2011 nr 258 poz. 1550).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. 2015 poz. 1989).
- Szczepańska J., Kmiecik E., 1998 – Statystyczna kontrola jakości danych w monitoringu wód podziemnych. Wydawnictwo AGH, Kraków.
- Szczepańska J., Kmiecik E., 2005 – Ocena stanu technicznego wód podziemnych w oparciu o wyniki badań monitoringowych. Uczelniane Wydawnictwo naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków.
- Witczak S., Adamczyk A., 1994 – Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania. Tom I, Biblioteka Monitoringu Środowiska, PIOŚ, Warszawa.
- Witczak S., Adamczyk A., 1995 – Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania. Tom II, Biblioteka Monitoringu Środowiska, PIOŚ, Warszawa.
- Witczak S., Kania J., Kmiecik E., 2013 – Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.