



państwowa służba
geologiczna

państwowa służba
hydrogeologiczna

Państwowy Instytut Geologiczny Państwowy Instytut Badawczy

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa, tel. 022 849 53 51, fax 022 849 53 42, sekretariat@pgi.gov.pl
Sąd Rejonowy dla m. st. Warszawy w Warszawie, XIII Wydział Gospodarczy KRS, Nr 0000122099; NIP PL 5250008040

www.pgi.gov.pl

*„Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych
w dorzeczach w latach 2009–2011”
Temat nr 32.8407.0901.10.0.*

Egz. z

RAPORT:

Ocena stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych zagrożonych nieosiągnięciem dobrego stanu

wg danych z monitoringu operacyjnego w 2009 r.

(wykonany w ramach realizacji III etapu umowy nr 51/2009/F z dnia 23.11.2009 r.)

Opracowali:

dr inż. Anna Kuczyńska

z zespołem (verte)

Sprawdził:

prof. dr hab. Andrzej Sadurski



Sfinansowano ze środków
Narodowego Funduszu Ochrony
Środowiska i Gospodarki Wodnej

Warszawa, lipiec 2010

WYKONAWCA:

PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY,
PAŃSTWOWA SŁUŻBA HYDROGEOLOGICZNA

Zespół autorski:

LABORATORIUM HYDROGEOLOGICZNE I GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE – Zakład wiodący

dr inż. Anna Kuczyńska – Kierownik tematu

mgr Tadeusz Hordejuk – Zastępca kierownika tematu

mgr Dorota Palak

mgr Marta Kielbasińska

mgr Michał Jaros

ZAKŁAD PROGNOZ I ANALIZ HYDROGEOLOGICZNYCH

dr Zbigniew Nowicki

dr Anna Gryczko – Gostyńska

dr Mariusz Socha

mgr Dorota Olędzka

mgr Agnieszka Felter

mgr Magdalena Szydło

mgr Piotr Wesołowski

mgr Kamil Myciuk

SPIS TREŚCI

1.	Wprowadzenie.....	15
2.	Podstawy oceny stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych zagrożonych nieosiągnięciem dobrego stanu wg danych z monitoringu operacyjnego 2009 r.	16
2.1.	Przepisy Prawne	16
2.2.	Zakres danych wykorzystanych do oceny.....	17
3.	Metodyka badań i interpretacji wyników	17
3.1.	Metodyka badań terenowych i laboratoryjnych	18
3.1.1.	Badania terenowe.....	18
3.1.2.	Badania laboratoryjne	20
3.2.	Metodyka interpretacji wyników	24
3.2.1.	Ocena jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych	24
3.2.2.	Ocena stanu chemicznego JCWPd zagrożonych nieosiągnięciem dobrego stanu	27
4.	Ocena stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych zagrożonych nieosiągnięciem dobrego stanu wg danych z monitoringu operacyjnego 2009 r.....	29
4.1.	Ocena jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych.....	33
4.2.	Ocena stanu chemicznego wód JCWPd zagrożonych nieosiągnięciem dobrego stanu	49
5.	Podsumowanie i wnioski	206
6.	Bibliografia	217
7.	Załączniki.....	219

TABELE

Tabela 1. Zestawienie parametrów technicznych mierników terenowych użytych podczas monitoringu operacyjnego 2009 r.	18
Tabela 2. Zestawienie informacji dotyczących referencyjnych metodyk analitycznych wykorzystanych podczas monitoringu operacyjnego 2009 r.	20
Tabela 3. Wartości tła hydrogeochemicznego wybranych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych, Rozp. MŚ nr 896 (Dz. U. nr 143, poz.896).....	25
Tabela 4. Wartości progowe 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”	26
Tabela 5. Zestawienie JCWPd objętych analizą jakości wód podziemnych w 2009 r.	30
Tabela 6. Wyniki klasyfikacji jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych monitoringu wód podziemnych 2009 r.	33
Tabela 7 Zestawienie punktów monitoringowych, w których stężenia poszczególnych wskaźników przekroczyły 75% wartości granicznej III klasy jakości wg Rozp. MŚ nr 896 d dnia 23 lipca 2008 r.....	43
Tabela 8. Wyniki badań stężenia azotanów NO ₃ w wodach podziemnych z monitoringu operacyjnego w 2009 r., wg klasyfikacji określonej Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r.....	45
Tabela 9. Wyniki badań stężenia azotanów NO ₃ w wodach podziemnych z monitoringu operacyjnego w 2009 r. wg wytycznych Dyrektywy Azotanowej (91/676/EWG).....	45
Tabela 10. Ogólna ocena jakości wód podziemnych w 36 punktach pomiarowych sieci monitoringu operacyjnego 2009 r. na podstawie wyników badań wskaźników organicznych wg Rozp. MŚ, Dz.U. nr 143, poz. 896.....	47
Tabela 11. Charakterystyka JCWPd nr 1.....	52
Tabela 12. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 1.....	53
Tabela 13. Charakterystyka JCWPd nr 11.....	56
Tabela 14. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 11.....	57
Tabela 15. Charakterystyka JCWPd nr 12.....	60
Tabela 16. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 12.....	61
Tabela 17. Charakterystyka JCWPd nr 13.....	64
Tabela 18. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 13.....	65
Tabela 19. Charakterystyka JCWPd nr 14.....	67
Tabela 20 Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 14.....	68
Tabela 21. Charakterystyka JCWPd nr 15.....	70
Tabela 22 Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 15.....	71
Tabela 23. Charakterystyka JCWPd nr 16.....	74
Tabela 24. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 16.....	75
Tabela 25 Charakterystyka JCWPd nr 17.....	77
Tabela 26 Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 17.....	78
Tabela 27. Charakterystyka JCWPd nr 21.....	81
Tabela 28. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 21.....	82
Tabela 29. Charakterystyka JCWPd nr 25.....	85
Tabela 30. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 25.....	85
Tabela 31 Charakterystyka JCWPd nr 26.....	88

Tabela 32. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 26	89
Tabela 33. Charakterystyka JCWPd nr 27	91
Tabela 34. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 27	91
Tabela 35. Charakterystyka JCWPd nr 36	94
Tabela 36. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 36	94
Tabela 37. Charakterystyka JCWPd nr 37	98
Tabela 38 Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 37	98
Tabela 39. Charakterystyka JCWPd nr 38	100
Tabela 40 Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 38	101
Tabela 41 Charakterystyka JCWPd nr 39	103
Tabela 42. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 39	104
Tabela 43. Charakterystyka JCWPd nr 42	107
Tabela 44. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 42	107
Tabela 45. Charakterystyka JCWPd nr 43	111
Tabela 46. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 43	111
Tabela 47 Charakterystyka JCWPd nr 44	114
Tabela 48. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 44	114
Tabela 49 Charakterystyka JCWPd nr 45	117
Tabela 50. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 45	118
Tabela 51. Charakterystyka JCWPd nr 47	121
Tabela 52. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 47	122
Tabela 53. Charakterystyka JCWPd nr 49	124
Tabela 54. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 49	125
Tabela 55 Charakterystyka JCWPd nr 53	127
Tabela 56. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 53	128
Tabela 57. Charakterystyka JCWPd nr 62	130
Tabela 58. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 62	132
Tabela 59. Charakterystyka JCWPd nr 67	134
Tabela 60. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 67	135
Tabela 61. Charakterystyka nr JCWPd nr 68	138
Tabela 62 Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 68	139
Tabela 63 Charakterystyka JCWPd nr 73	141
Tabela 64. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 73	143
Tabela 65 Charakterystyka JCWPd nr 74	145
Tabela 66. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 74	147
Tabela 67. Charakterystyka JCWPd nr 88	150
Tabela 68. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 88	151
Tabela 69. Charakterystyka JCWPd nr 89	153
Tabela 70 Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 89	153
Tabela 71. Charakterystyka JCWPd nr 92	156

Tabela 72. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 92.....	156
Tabela 73. Charakterystyka JCWPd nr 105.....	158
Tabela 74. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 105.....	159
Tabela 75. Charakterystyka JCWPd nr 116.....	162
Tabela 76 Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 116.....	164
Tabela 77. Charakterystyka JCWPd nr 122.....	166
Tabela 78. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 122.....	167
Tabela 79. Charakterystyka JCWPd nr 123.....	169
Tabela 80. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 123.....	169
Tabela 81. Charakterystyka JCWPd nr 125.....	172
Tabela 82. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 125.....	172
Tabela 83. Charakterystyka JCWPd nr 128.....	175
Tabela 84. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 128.....	176
Tabela 85. Charakterystyka JCWPd nr 130.....	179
Tabela 86. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 130.....	179
Tabela 87Charakterystyka JCWPd nr 131.....	181
Tabela 88 Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 131.....	182
Tabela 89. Charakterystyka JCWPd nr 132.....	184
Tabela 90. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 132.....	185
Tabela 91. Charakterystyka JCWPd nr 133.....	187
Tabela 92 Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 133.....	188
Tabela 93. Charakterystyka JCWPd nr 134.....	191
Tabela 94 Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 134.....	191
Tabela 95. Charakterystyka JCWPd nr 141.....	193
Tabela 96. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 141.....	194
Tabela 97. Charakterystyka JCWPd nr 146.....	197
Tabela 98. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 146.....	197
Tabela 99. Charakterystyka JCWPd nr 148.....	200
Tabela 100. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 148.....	201
Tabela 101. Charakterystyka JCWPd nr 149.....	204
Tabela 102. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 149.....	205
Tabela 103 Zestawienie ocen stanu chemicznego JCWPd objętych analizą jakości wód podziemnych w 2009 r.	212

RYSUNKI

Rysunek 1. Rozkład względnego błędu analizy dla 311 analiz jakości wód podziemnych wykonanych podczas monitoringu operacyjnego 2009 r.....	23
Rysunek 2. Rozkład ilości punktów monitoringowych, opróbowanych w 2009 r., z podziałem na klasy jakości I–V wg Rozp. MŚ 896 z dnia 23 lipca 2008 r., z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.....	34
Rysunek 3. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia arsenu, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.	38
Rysunek 4. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia baru, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.	38
Rysunek 5. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia boru, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.	38
Rysunek 6. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia fosforanów, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.	38
Rysunek 7. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia glinu, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.	39
Rysunek 8. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia kadmu, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.	39
Rysunek 9. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia potasu, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.	39
Rysunek 10. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia sodu, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.	39
Rysunek 11. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia molibdenu, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.	40
Rysunek 12. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia niklu, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.	40
Rysunek 13. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia cynku, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.	40
Rysunek 14. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia chlorków, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.	40
Rysunek 15. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia fluorków, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.	41
Rysunek 16. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia manganu, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.	41
Rysunek 17. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia wapnia, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.	41
Rysunek 18. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia żelaza, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.	41
Rysunek 19. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia siarczanów, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.	42
Rysunek 20. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia wodorowęglanów, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.....	42

Rysunek 21. Procentowy udział punktów pomiarowych w klasach jakości I-V, ze względu na stężenia azotanów, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.	45
Rysunek 22. Procentowy udział punktów pomiarowych ze względu na stężenia azotanów, w przedziałach wg wytycznych Dyrektywy Azotanowej (91/676/EWG), z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.	45
Rysunek 23. Profile geologiczne i ich lokalizacja w obrębie JCWPd nr 1. Źródło: PSH	50
Rysunek 24. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 1	51
Rysunek 25. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 11. Źródło: PSH	55
Rysunek 26. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 11. Źródło: PSH	56
Rysunek 27. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 12. Źródło: PSH	58
Rysunek 28. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 12. Źródło: PSH	59
Rysunek 29. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 13. Źródło: PSH	63
Rysunek 30. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 13. Źródło: PSH	64
Rysunek 31. Profil geologiczny i jego lokalizacja w JCWPd nr 14. Źródło: PSH	66
Rysunek 32. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 14. Źródło: PSH	67
Rysunek 33. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 15. Źródło: PSH	69
Rysunek 34. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 15. Źródło: PSH	70
Rysunek 35. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 16. Źródło: PSH	72
Rysunek 36. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 16. Źródło: PSH	74
Rysunek 37. Profil geologiczny i jego lokalizacja w JCWPd nr 17. Źródło: PSH	76
Rysunek 38. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 17. Źródło: PSH	77
Rysunek 39. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 21. Źródło: PSH	80
Rysunek 40. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 21. Źródło: PSH	81
Rysunek 41. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 25. Źródło: PSH	84
Rysunek 42. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 25. Źródło: PSH	84
Rysunek 43. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 26. Źródło: PSH	87
Rysunek 44. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 26. Źródło: PSH	88
Rysunek 45. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 27. Źródło: PSH	89
Rysunek 46. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 27. Źródło: PSH	90
Rysunek 47. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 36. Źródło: PSH	92
Rysunek 48. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 36 (część zachodnia). Źródło: PSH	93
Rysunek 49. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 36 (część wschodnia). Źródło: PSH	93
Rysunek 50. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 37. Źródło: PSH	95
Rysunek 51. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 37. Źródło: PSH	97
Rysunek 52. Profil geologiczny i jego lokalizacja w JCWPd nr 38	99
Rysunek 53. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 38. Źródło: PSH	100
Rysunek 54. Profil geologiczny i jego lokalizacja w JCWPd nr 39	102
Rysunek 55. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 39. Kierunek W–E. Źródło: PSH	103

Rysunek 56. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 42.....	105
Rysunek 57. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 42. Źródło: PSH.....	106
Rysunek 58. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 42. Źródło: PSH.....	106
Rysunek 59. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 43.....	110
Rysunek 60. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 43. Źródło: PSH.....	110
Rysunek 61. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 44.....	113
Rysunek 62. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 44. Kierunek SW-NE. Źródło: PSH.....	113
Rysunek 63. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 44.....	116
Rysunek 64. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 45. Źródło: PSH.....	117
Rysunek 65. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 45. Źródło: PSH.....	117
Rysunek 66. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 47.....	120
Rysunek 67. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 47. Źródło: PSH.....	121
Rysunek 68. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 49.....	123
Rysunek 69. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 49. Źródło: PSH.....	124
Rysunek 70. Profil geologiczny i jego lokalizacja w JCWPd nr 53.....	126
Rysunek 71. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 53. Źródło: PSH.....	127
Rysunek 72. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 62.....	129
Rysunek 73. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 62. Źródło: PSH.....	130
Rysunek 74. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 67.....	133
Rysunek 75. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 67. Źródło: PSH.....	134
Rysunek 76. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 68.....	137
Rysunek 77. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 68. Źródło: PSH.....	138
Rysunek 78. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 73.....	140
Rysunek 79. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 73. Źródło: PSH.....	141
Rysunek 80. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 74.....	144
Rysunek 81. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 74. Źródło: PSH.....	145
Rysunek 82. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 88.....	149
Rysunek 83. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 88. Źródło: PSH.....	150
Rysunek 84. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 89.....	152
Rysunek 85. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 89. Źródło: PSH.....	153
Rysunek 86. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 92.....	155
Rysunek 87. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 92. Źródło: PSH.....	155
Rysunek 88. Profil geologiczny i jego lokalizacja w JCWPd nr 105.....	157
Rysunek 89. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 105. Źródło: PSH.....	158
Rysunek 90. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 116.....	161
Rysunek 91. Model koncepcyjny dynamiki wód podziemnych w JCWPd nr 116. Źródło: PSH.....	162

Rysunek 92. Profile geologiczne i ich występowanie w JCWPd nr 122.....	165
Rysunek 93. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 122. Źródło: PSH.....	166
Rysunek 94. Profile geologiczne i ich występowanie w JCWPd nr 123.....	168
Rysunek 95. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 123. Źródło: PSH.....	168
Rysunek 96. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 125.....	171
Rysunek 97. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 125. Źródło: PSH.....	171
Rysunek 98. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 128.....	173
Rysunek 99. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 128. Źródło: PSH.....	174
Rysunek 100. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 130.....	177
Rysunek 101. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 130. Źródło: PSH.....	178
Rysunek 102. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 131.....	180
Rysunek 101. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 131. Źródło: PSH.....	181
Rysunek 104. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 132.....	183
Rysunek 105. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 132. Źródło: PSH.....	184
Rysunek 106. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 133.....	185
Rysunek 107. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 133. Źródło: PSH.....	187
Rysunek 108. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 134.....	189
Rysunek 109. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 134. Źródło: PSH.....	190
Rysunek 110. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 134. Źródło: PSH.....	190
Rysunek 111. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 141.....	192
Rysunek 112. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 141. Źródło: PSH.....	193
Rysunek 113 Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 146.....	195
Rysunek 114. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 146. Źródło: PSH.....	196
Rysunek 115. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 148.....	198
Rysunek 116. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 148. Źródło: PSH.....	200
Rysunek 117. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 149.....	202
Rysunek 118. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 149. Źródło: PSH.....	204

ZAŁĄCZNIKI

ZAŁĄCZNIK A: Mapy

ZAŁĄCZNIK B: Wykaz punktów pomiarowych opróbowanych w 2009 r. do oceny stanu chemicznego JCWPd, wraz z wynikami klasyfikacji jakości wód podziemnych w punktach

ZAŁĄCZNIK C: Ocena stanu chemicznego wybranych jednolitych części wód podziemnych wg danych z 2009 r.

ZAŁĄCZNIK D: Wyniki oznaczeń wskaźników organicznych w wybranych punktach opróbowanych w 2009 r. do oceny stanu chemicznego wybranych JCWPd

1. Wprowadzenie

Niniejsze opracowanie zostało przygotowane na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (GIOŚ) w Warszawie, zgodnie z umową nr 51/2009/F z dnia 23.11.2009 w ramach projektu „Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach w latach 2009–2011”. Niniejsze opracowanie stanowi realizację drugiego z trzech raportów dotyczących oceny stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych (JCWPd) zagrożonych nieosiągnięciem dobrego stanu. Pierwszy raport, dotyczący oceny stanu chemicznego JCWPd wg danych z 2008 r. został przekazany Zamawiającemu w marcu 2010 r.

Zgodnie z programem Zadania nr 6, Etap III, ustalonym na 2010 r., celem niniejszej pracy jest analiza danych o jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych sieci obserwacyjno-badawczej Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS), wytypowanych do monitoringu operacyjnego 2009 oraz dokonanie oceny stanu chemicznego w reprezentowanych przez te punkty jednolitych częściach wód podziemnych (JCWPd).

Szczegółowy zakres opracowania został sprecyzowany w zapisie umowy 51/2009/F z dn. 23 listopada 2009 następująco:

„Ocena stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych zagrożonych nieosiągnięciem dobrego stanu polega na szczegółowej analizie corocznych danych pomiarowych w każdym punkcie badawczym. Wynikiem tej analizy będzie klasyfikacja wód podziemnych w punkcie w zakresie: jakości wód (klasy I-V) oraz stanu chemicznego (dobry / słaby). Po przeprowadzeniu agregacji wyników oznaczeń dla każdego z badanych parametrów we wszystkich punktach w obrębie JCWPd dokonana zostanie ocena stanu chemicznego wód podziemnych dla obszaru każdej analizowanej jednolitej części wód, z podaniem przyczyn zagrożenia nieosiągnięcia dobrego stanu. W opracowaniu wykorzystane zostaną dane z sieci monitoringu systemu PMS oraz informacje wytworzone przez państwową służbę hydrogeologiczną (dostępne schematy warunków hydrogeologicznych i modele koncepcyjne). Metodyka oceny stanu chemicznego JCWPd będzie dostosowana do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych i wytycznych Komisji Europejskiej. Wyniki tej oceny przedstawione będą w formie mapy GIS prezentującej ocenę stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych (JCWPd) zgodnie z wymaganiami UE, w tym klasy jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych”.

Szczegółowy zakres merytoryczny niniejszego opracowania został uzgodniony z Zamawiającym.

2. Podstawy oceny stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych zagrożonych nieosiągnięciem dobrego stanu wg danych z monitoringu operacyjnego 2009

2.1. Przepisy Prawne

Wstąpienie Polski do Unii Europejskiej spowodowało konieczność podjęcia w naszym kraju 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 chemicznego wód podziemnych, którego szczegółowy cel, zakres oraz częstotliwość określa Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 13 maja 2009 w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych (Dz. U. Nr 81poz. 685). 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 dokonania oceny wpływu oddziaływań wynikających z działalności człowieka oraz długoterminowych zmian wynikających zarówno z warunków naturalnych, jak i antropogenicznych. Zgodnie z ustaleniami z Zamawiającym, monitoring diagnostyczny prowadzi się w Polsce raz na trzy lata (w 2007 oraz w 2010 r.) i służy on ogólnej ocenie stanu jakości wód na terytorium kraju.
- **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. 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 są o stwierdzonym słabym stanie chemicznym lub/i ilościowym. Zgodnie z harmonogramem Państwowego Monitoringu Środowiska 2007–2009, monitoring operacyjny przeprowadzony został w latach 2008 i 2009, a kolejna tura planowana jest na rok 2011.
- **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. Na dzień dzisiejszy nie jest prowadzony żaden monitoring badawczy na terytorium kraju.

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 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (Dz. U. Nr 143, poz. 896).

2.2. Zakres danych wykorzystanych do oceny

Podstawowym źródłem danych do niniejszego opracowania są wyniki oznaczeń wskaźników fizykochemicznych wykonanych w 308 punktach monitoringu wód podziemnych w ramach monitoringu operacyjnego 2009, przeprowadzonego przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, na zlecenie GIOŚ, w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (Umowa 51/2009/F).

Dodatkowo, do oceny stanu chemicznego omawianych jednolitych części wód podziemnych, wykorzystano wyniki zebrane przez państwową służbę hydrogeologiczną (PSH) w ramach realizacji monitoringu granicznego oraz kontroli punktów obserwacyjnych sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych. Wykorzystano jedynie te oznaczenia, które spełniały następujące warunki:

- a) zostały wykonane w tym samym okresie co badania w ramach monitoringu operacyjnego 2009; oraz
- b) zostały wykonane w granicach obszarów objętych monitoringiem operacyjnym.

Wszystkie dane źródłowe zostały sprawdzone pod względem jakości analizy chemicznej. Do oceny jakości wód podziemnych w punktach monitoringowych oraz oceny stanu chemicznego wód podziemnych JCWPd wg danych z 2009 r. uwzględniono oznaczenia, w których obliczony błąd względny analizy określony na podstawie bilansu jonowego wyniósł mniej niż 5%.

3. Metodyka badań i interpretacji wyników

Wykonanie oceny jakości wód podziemnych wymaga zastosowania spójnej strategii pomiarów i analiz. Metodyki referencyjne pomiarów i badań w ramach monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych regulowane są Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie form i sposobu prowadzenia monitoringu jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych z dnia 13 maja 2009 r. (Dz. U. Nr 81, poz. 685).

3.1. Metodyka badań terenowych i laboratoryjnych

Szczegółowy opis metodyki badań terenowych i laboratoryjnych oraz systemów kontroli jakości tych badań został przedstawiony w sprawozdaniach z wykonania zadania nr 1 (Hordejuk, Kuczyńska, 2009) oraz zadania nr 2 (Hordejuk *et al.*, 2010), przekazanych GIOŚ podczas odbiorów etapów I i II tematu „Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w dorzeczu w latach 2009–2011”. Poniżej przedstawione są podstawowe informacje dotyczące zastosowanych metodyk badawczych.

3.1.1. Badania terenowe

W terenie dokonano pomiarów następujących parametrów: temperatura wody podziemnej na powierzchni terenu (°C), odczyn pH, przewodność elektrolityczna (μS/cm) oraz tlen rozpuszczony (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 2009 r.

Element fizykochemiczny	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	0,01	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 wrzesień–październik 2009. W tym czasie wykonano opróbowanie 311 punktów pomiarowych sieci monitoringu operacyjnego wód podziemnych. Pobrano i przekazano do Centralnego Laboratorium Chemicznego PIG 314 zestawów próbek wód podziemnych do badań laboratoryjnych, – w tym 3 próbki zdublowane.

W ramach kontroli jakości badań terenowych, do laboratorium chemicznego dodatkowo przekazano 8 próbek zerowych sączonych w terenie (kationowych).

W celu uzyskania miarodajnych wyników badań monitoringowych wprowadzono następujący program kontroli jakości prac terenowych:

- 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, w tym konserwacji kationowych próbek wód podziemnych;
- Ustalenie standardowego zestawu pojemników składających się na jedną próbkę w tym osobno: do oznaczeń anionów, kationów, TOC'u, i rtęci (wszystkie z PE o zróżnicowanej pojemności od 15 do 250ml)

oraz do oznaczeń wskaźników organicznych (cztery butelki szklane ze szkła barwionego o zróżnicowanej pojemności od 100 do 1000ml);

- Ustalenie rygorów terminów przekazywania pobranych próbek wód podziemnych do laboratorium, tj. 96 godzin dla próbek standardowych i 48 godzin dla próbek do oznaczeń wskaźników organicznych, takich jak: trichloroeten, tetrachloroeten, pestycydy chloroorganiczne, pestycydy fosforoorganiczne i WWA;
- Zapewnienie warunków przechowywania i transportu próbek w specjalnych pojemnikach termicznych zapewniających utrzymanie odpowiedniej temperatury;
- 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;
- Pobieranie dodatkowo próbek zdublowanych (DAKT);
- Wykorzystanie próbek zerowych (ZSK), zawierających wodę dejonizowaną, sączenie ich w terenie przez próbkobiorców.. Próbki te, podobnie jak pojemniki na pozostałe próbki były przygotowywane przez Centralne Laboratorium Chemiczne PIG.

Omówienie wyników badań próbek kontrolnych i zdublowanych

W ramach kontroli jakości badań terenowych, do laboratorium chemicznego przekazano 8 próbek zerowych sączonych w terenie (kationowych) oraz trzy próbki zdublowane.

Wśród ośmiu próbek zerowych zauważono podwyższone stężenia jonów glinu (maksymalne stężenie 0,0094 mgAl/l), miedzi (0,0016 mgCu/l), molibdenu (0,0001 mgMo/l) i ołowiu (0,00049 mgPb/l). Konsultacje z laboratorium chemicznym wykonującym oznaczenia właściwości fizykochemicznych próbek wody wskazały, że najprawdopodobniejszym źródłem jonów glinu, miedzi, molibdenu i ołowiu w próbkach zerowych były pojemniki polietylenowe, w których dostarczano wodę dejonizowaną do sączenia w terenie. Podobne wyniki stężenia uzyskano w badaniach kontrolnych innych projektów. Ponieważ źródłem jonów glinu, miedzi, molibdenu i ołowiu były pojemniki z wodą dejonizowaną, nie mają one wpływu na wynik oceny jakości wody w badanych próbkach. Próbki wody pobierano do innych sterylnych pojemników dostarczanych przez producenta pojemników – firmę NALGE.

Analiza próbek zdublowanych wykazała rozbieżności powyżej granic niepewności metody analitycznej w przypadku oznaczeń jonów glinu (w jednej na trzy próbki), miedzi (w jednej na trzy próbki), antymonu (w jednej na trzy próbki), cynku (w jednej na trzy próbki), fluorków (w dwóch na trzy próbki) i azotynów (w jednej na dwie próbki). Analiza tych wyników przez Centralne Laboratorium CLCh sugeruje, że różnice pomiędzy oznaczeniami wynikają w większości z zaokrąglania wyników analiz, co ma duże znaczenie w przypadku bardzo małych stężeń. W ramach realizacji wymogów wynikających z akredytacji laboratorium, wykonywane są losowo analizy podwójne wybranych próbek (minimum 5% analiz – co dwudziesta próbka lub częściej). Błąd względny oznaczeń podwójnych zależy od stężenia ale nie przekracza przyjętej niepewności metody. Ocena analiz próbek podwójnych wskazuje, że od strony pomiarowej nie ma znaczących różnic w wynikach. Strona pomiarowa oznacza uwzględnienie powtarzalności

wskazań aparatów pomiarowych, ich dryftu, efektów pamięciowych itp. Zaobserwowane różnice w próbkach zdublowanych mogą więc wynikać z dodatkowych źródeł – techniki pobierania próbek, różnic w czystości naczyń (fabrycznie nowych), przypadkowych zdarzeń losowych. Zauważone rozbieżności dotyczą różnych próbek i pojedynczych wskaźników fizykochemicznych, nie wskazujących na błąd systematyczny. Zasadne wydaje się zwiększenie liczby próbek zdublowanych i próbek zerowych sączonych w terenie.

3.1.2. Badania laboratoryjne

Badania laboratoryjne 311 próbek wód podziemnych zostały wykonane przez Centralne Laboratorium Chemiczne PIG-PIB z zachowaniem wymagań normy PN-EN ISO/IEC 17025:2005 w zakresie akredytacji nr AB 283 z dnia 19 stycznia 2007 r.

Metody badań stosowane przez Centralne Laboratorium Chemiczne PIG w analityce próbek wód podziemnych pobranych w 2009 r. z punktów sieci monitoringu operacyjnego wód podziemnych systemu PMS, z uwzględnieniem limitów detekcji LOD i limitów oznaczalności (LOQ) analizy przedstawiono w tabeli 2. W zestawieniu uwzględniono wszystkie wskaźniki fizykochemiczne oznaczane podczas realizacji projektu monitoringu chemicznego wód podziemnych, które wymienione są w załączniku do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. (poz. 896), bez względu na to czy wchodzi one w skład tzw. obowiązkowych elementów fizykochemicznych w monitoringu diagnostycznym (Dz. U. Nr 81, poz. 685) czy nie.

Tabela 2. Zestawienie informacji dotyczących referencyjnych metodyk analitycznych wykorzystanych podczas monitoringu operacyjnego 2009 r.

Wskaźniki jakości wody	Jednostka	Metoda analityczna	CAS	Granica wykrywalności LOD	Granica oznaczalności LOQ	Wartość graniczna I klasy jakości (TV _I)	LOQ ≤ TV _I	LOQ ≤ 30%TV _I	LOQ/TV _I
Elementy fizykochemiczne obowiązkowe w monitoringu diagnostycznym (Dz. U. Nr 81, poz. 685)									
Elementy ogólne									
Przewodność elektrolityczna w 20°C	[μS/cm]	Elektrochemiczna			10	700	TAK	TAK	1%
pH		Elektrochemiczna			0,5	6,50	TAK	TAK	8%
Ogólny węgiel organiczny	[mgC/l]	Spektrofotometryczna		0,5	1,0	5,00	TAK	TAK	20%
Elementy nieorganiczne									
Amonowy jon	[mgNH ₄ /l]	Spektrofotometryczna	80007-57-6	0,030	0,050	0,50	TAK	TAK	10%
Antymon	[mgSb/l]	ICP-MS	35734-21-5	0,00002	0,00005	0,005	TAK	TAK	1%
Arsen	[mgAs/l]	ICP-MS	7440-38-2	0,001	0,002	0,100	TAK	TAK	2%
Azotany	[mgNO ₃ /l]	Chromatografii jonowej	84145-82-4	0,00045	0,01	10,00	TAK	TAK	0,1%
Azotyny	[mgNO ₂ /l]	Chromatografii jonowej	14797-65-0	0,00009	0,01	0,03	TAK	NIE	33%
Bor	[mgB/l]	ICP-AES	7440-42-8	0,001	0,010	0,50	TAK	TAK	2%
Chlorki	[mgCl/l]	Chromatografii jonowej		0,002	0,500	60,00	TAK	TAK	1%
Chrom	[mgCr/l]	ICP-AES	7440-47-3	0,0009	0,0030	0,010	TAK	TAK	30%
Cyjanki wolne	[mgCN/l]	Spektrofotometryczna	05-12-1957		0,01	0,01	TAK	NIE	100%
Fluorki	[mgF/l]	Chromatografii jonowej		0,002	0,10	0,50	TAK	TAK	20%

Tabela 2. Zestawienie informacji dotyczących referencyjnych metodyk analitycznych wykorzystanych podczas monitoringu operacyjnego 2009 r.

Wskaźniki jakości wody	Jednostka	Metoda analityczna	CAS	Granica wykrywalności LOD	Granica oznaczalności LOQ	Wartość graniczna I klasy jakości (TV _i)	LOQ ≤ TV _i	LOQ ≤ 30% TV _i	LOQ/TV _i
Fosforany	[mgHPO ₄ /l]	Chromatografii jonowej	264888-19-9	0,02	1,00	0,50	NIE	NIE	200%
Glin	[mgAl/l]	ICP-MS	7429-90-5	0,0002	0,0005	0,1	TAK	TAK	0,5%
Kadm	[mgCd/l]	ICP-MS	7440-43-9	0,00002	0,00005	0,001	TAK	TAK	5%
Magnez	[mgMg/l]	ICP-AES	7439-95-4	0,01	0,10	30,00	TAK	TAK	0,3%
Mangan	[mgMn/l]	ICP-AES	7439-96-5	0,0004	0,001	0,05	TAK	TAK	2%
Miedź	[mgCu/l]	ICP-MS	7440-50-8	0,00002	0,00005	0,01	TAK	TAK	1%
Nikiel	[mgNi/l]	ICP-AES	7440-02-0	0,002	0,005	0,005	TAK	NIE	100%
Ołów	[mgPb/l]	ICP-MS	7439-92-1	0,00002	0,00005	0,01	TAK	TAK	1%
Potas	[mgK/l]	ICP-AES		0,06	0,10	10,00	TAK	TAK	1%
Rtęć	[mgHg/l]	Analizator rtęci AMA-254	7439-97-6	0,0002	0,0003	0,001	TAK	TAK	30%
Selen	[mgSe/l]	ICP-MS	7782-49-2	0,001	0,002	0,005	TAK	NIE	40%
Siarczany	[mgSO ₄ /l]	Chromatografii jonowej	14808-79-8	0,01	1,00	60,00	TAK	TAK	2%
Sód	[mgNa/l]	ICP-AES	7440-23-5	0,25	0,50	60,00	TAK	TAK	1%
Srebro	[mgAg/l]	ICP-MS	7440-22-4	0,00002	0,00005	0,001	TAK	TAK	5%
Wapń	[mgCa/l]	ICP-AES	14127-61-8	0,05	0,10	50,00	TAK	TAK	0,2%
Wodorowęglany	[mgHCO ₃ /l]	Spektrofotometryczna	71-52-3		0,1	200,00	TAK	TAK	0,05%
Żelazo	[mgFe/l]	ICP-AES	7439-89-6	0,005	0,01	0,20	TAK	TAK	5%
Elementy fizykochemiczne NIE obowiązkowe w monitoringu diagnostycznym (Dz. U. Nr 81, poz. 685)									
Elementy nieorganiczne									
Bar	[mgBa/l]	ICP-AES	7440-39-3	0,0008	0,0010	0,3	TAK	TAK	0,3%
Beryl	[mgBe/l]	ICP-MS	1932-52-9	0,00002	0,00005	0,0005	TAK	TAK	10%
Cyna	[mgSn/l]	ICP-MS		0,0002	0,0005	0,02	TAK	TAK	3%
Cynk	[mgZn/l]	ICP-AES	7440-66-6	0,002	0,003	0,05	TAK	TAK	6%
Kobalt	[mgCo/l]	ICP-MS	7440-48-4	0,00002	0,00005	0,02	TAK	TAK	0,3%
Molibden	[mgMo/l]	ICP-MS	7439-98-7	0,00002	0,00005	0,003	TAK	TAK	2%
Tal	[mgTl/l]	ICP-MS	15035-09-3	0,00002	0,00005	0,001	TAK	TAK	5%
Tytan	[mgTi/l]	ICP-AES	7440-32-6	0,0005	0,002	0,010	TAK	TAK	20%
Uran	[mgU/l]	ICP-MS	15117-96-1	0,00002	0,00005	0,009	TAK	TAK	1%
Wanad	[mgV/l]	ICP-AES	14867-38-0	0,0009	0,002	0,004	TAK	NIE	50%
Elementy organiczne:									
Pestycydy fosforo-organiczne	[mg/l]	Chromatografii gazowej	Brak		0,00002	0,0001	TAK	TAK	20%
Pestycydy chloro-organiczne	[mg/l]	Chromatografii gazowej	Brak		0,00001	0,0001	TAK	TAK	10%
Benzo(a)piren	[mg/l]	Chromatografii gazowej	50-32-8		0,00001	0,00001	TAK	NIE	100%
Fenole (indeks fenolowy)	[mg/l]	Spektrofotometryczna	Brak		0,1	0,001	NIE	NIE	10000%
SPCA	[mg/l]	Spektrofotometryczna	Brak		0,50000	0,10	NIE	NIE	500%
Tetrachloroeten	[mg/l]	Chromatografii gazowej	127-18-4		0,003	0,001	NIE	NIE	300%
Trichloroeten	[mg/l]	Chromatografii gazowej	79-01-6		0,002	0,001	NIE	NIE	200%
WWA	[mg/l]	Chromatografii gazowej	Brak		0,00002	0,0001	TAK	TAK	10%

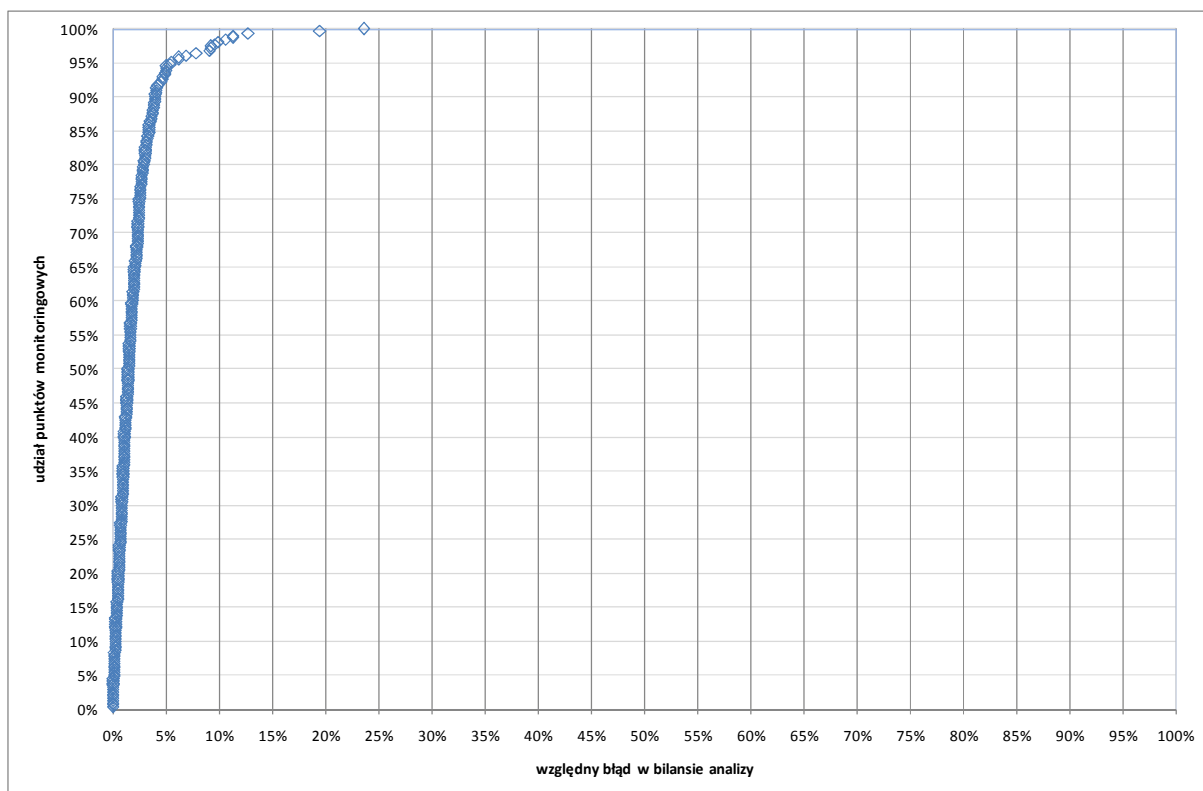
Jak wynika z zestawienia w Tabeli 2, wśród elementów fizykochemicznych wymienionych w Rozp. MŚ 896 z dnia 23 lipca 2008 r. oraz wskazanych jako obowiązkowe do monitoringu diagnostycznego (Rozp. MŚ 685 z dnia 13 maja 2009 r.), granica oznaczalności 31 z 32 wskaźników oznaczanych metodami laboratoryjnymi znajduje się poniżej wartości granicznej I klasy jakości wg Rozp. MŚ 896 z dnia 23 lipca 2008 r. (TV_I), co wskazuje na pełne dopasowanie metod analitycznych do potrzeb klasyfikacji jakości wód podziemnych. Jedynym wskaźnikiem nie spełniającym powyższego kryterium są fosforany, dla których granica oznaczalności akredytowanego zakresu stężeń wynosi $1 \text{ mgHPO}_4/\text{l}$. W rzeczywistości, laboratorium CLCh rejestruje stężenia fosforanów w zakresie od $0,037 \text{ mgHPO}_4/\text{l}$, co pozwala na zaklasyfikowanie stężeń fosforanów we wszystkich pięciu klasach jakości podanych w Rozp. MŚ 896 z dnia 23 lipca 2008 r. Weryfikacja wartości stężeń fosforanów w próbkach wody pobranych w trakcie monitoringu operacyjnego 2009 i przekazanych Zamawiającemu jako wartości $<1 \text{ mgHPO}_4/\text{l}$, w rzeczywistości nie przekroczyły nieakredytowanej granicy oznaczalności $0,037 \text{ mgHPO}_4/\text{l}$, co oznacza, że wszystkie te próby klasyfikują się w I klasie jakości. W odniesieniu do pozostałych wskaźników, spoza listy elementów fizykochemicznych wskazanych jako obowiązkowe do monitoringu diagnostycznego, progi oznaczalności metod analitycznych nie spełniają kryterium $LOQ < TV_I$ w przypadku następujących elementów nieorganicznych: fenole, substancje powierzchniowo czynne anionowe (SPCA), tetrachloroeten i trichloroeten.

Artykuł 4 Dyrektywy Komisji Europejskiej 2009/90/WE z dnia 31 lipca 2009 r., ustanawiający, na mocy dyrektywy 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, specyfikacje techniczne w zakresie analizy i monitorowania stanu chemicznego wód, zaleca aby Państwa członkowskie dbały o to, by granica oznaczalności metody analitycznej była równa wartości 30% odnośnych norm jakości środowiska (I klasy jakości wód podziemnych) lub mniejsza od tej wartości. Powyższa Dyrektywa nie została jeszcze transponowana do ustawodawstwa krajowego, nie mniej jednak porównanie granic oznaczalności z wartością stężenia I klasy jakości wskazuje na to, że kryterium $LOQ \leq 30\%$ wartości TV_I nie jest spełnione w przypadku 5 z 32 wskaźników z listy obligatoryjnych elementów fizykochemicznych wskazanych do monitoringu chemicznego JCWPd (Tabela 2), mianowicie: azotynów, cyjanów wolnych, fosforanów, niklu i selenu. W odniesieniu do wskaźników organicznych, powyższe kryterium nie zostało spełnione w przypadku fenoli, substancji powierzchniowo czynnych anionowych (SPCA), benzo(a)pirenu, tetrachloroetenu i trichloroetenu.

Ocena Poprawności Analizy

W celu kontroli poprawności przeprowadzenia analizy chemicznej, dla wykonanych oznaczeń w 311 punktach monitoringu operacyjnego 2009 dokonano oceny polegającej na wyliczeniu względnego błędu w bilansie analizy, tzw. bilans jonowy.

Analizę przeprowadzono na podstawie następujących oznaczeń jonów: K^+ , Na^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2} , NH_4^+ , Fe^{+3} , Mn^{+2} , oraz NO_3^{-2} , SO_4^{-2} , HCO_3^- , Cl^- , PO_4^{-2} . Wartości oznaczeń poniżej granicy oznaczalności LOQ zastąpiono wartością zerową. Przeprowadzona analiza wykazała, że dopuszczalny błąd analizy na poziomie do 5% osiągnięto dla 296 z 311, czyli 95% wszystkich oznaczeń. Błąd analizy na poziomie $B < 10\%$ wykazało 98% oznaczeń. Niskie wartości obliczonego błędu względnego w analizie potwierdza poprawne wykonanie oznaczeń oraz wysoką wiarygodność danych źródłowych (Rysunek 1). Obliczenia błędu analizy przekazane zostają w wersji cyfrowej opracowania.



Rysunek 1. Rozkład względnego błędu analizy dla 311 analiz jakości wód podziemnych wykonanych podczas monitoringu operacyjnego 2009 r.

3.2. Metodyka interpretacji wyników

Ocenę stanu chemicznego wód podziemnych wykonano w systemie dwustopniowym, najpierw dokonano oceny jakości wód podziemnych w punktach, 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 2009 r. z punktów monitoringowych sieci obserwacyjno-badawczej stanu chemicznego wód podziemnych oraz wyniki zebrane przez państwową służbę hydrogeologiczną (PSH) w ramach realizacji monitoringu granicznego oraz kontroli punktów obserwacyjnych sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych.

W celu zapewnienia wysokiej wiarygodności wykonanej oceny, w analizie wykorzystano jedynie oznaczenia, których obliczony błąd analizy B wyniósł nie więcej niż 5%.

3.2.1. Ocena jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych

W pierwszym etapie analizy sporządzono ocenę jakości wód podziemnych w punktach. Przy ocenie jakości stosowano się do kryteriów określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008, w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (Dz. U. nr 143, poz.896). Rozporządzenie to wprowadza wartości graniczne dla pięciu klas jakości wód podziemnych, przy czym klasy jakości od I do III stanowią wody o dobrym stanie chemicznym, natomiast wody klas IV i V stanowią wody o słabym stanie chemicznym. Wartościami progowymi elementów fizykochemicznych dla dobrego stanu chemicznego są wartości graniczne elementów fizykochemicznych określone dla III klasy jakości wód podziemnych (Tabela 2).

Podczas wyznaczania klas jakości wody podziemnej w punktach monitoringowych uwzględniono następujące elementy fizykochemiczne:

- pomiary terenowe: temperatura; tlen rozpuszczony, przewodność elektrolityczna w 20°C, pH;
- pomiary laboratoryjne: ogólny węgiel organiczny, NH₄, Sb, As, NO₃, NO₂, Ba, Be, B, Cl, Cr, CN, Sn, Zn, F, HPO₄, Al, Cd, Co, Mg, Mn, Cu, Mo, Ni, Pb, K, Hg, Se, SO₄, Na, Ag, Tl, Ti, U, V, Ca, HCO₃, Fe.

Ze względu na zbyt wysokie granice oznaczalności LOQ, wskaźniki organiczne nie zostały uwzględnione podczas wyznaczania klas jakości wód podziemnych.

W przypadku fosforanów, akredytowana granica oznaczalności pomiaru LOQ równa jest 1 mgHPO₄/l, podczas gdy nieakredytowana granica LOQ wynosi 0,037 mgHPO₄/l. Dla wszystkich wartości < 1mgHPO₄/l (akredytowana granica oznaczalności pomiaru LOQ), podanych przez laboratorium CLCh sprawdzono liczbę pomiarów dla stężeń fosforanów na poziomie >LOQ nieakredytowanego, t.j. powyżej 0,037 mgHPO₄/l. Przeprowadzona analiza wykazała, że wśród wszystkich próbek zaraportowanych jako <1 mgHPO₄/l nie było ani jednej próbki, w której stężenia fosforanów przekraczały 0,037 mgHPO₄/l.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 (Dz. U. nr 143, poz.896) zezwala na przekroczenie wartości granicznej przy określaniu klasy jakości dla parametrów, które mogą pojawiać się w wodach podziemnych w

wyniku procesów geogenicznych. Wynik klasyfikacji jakości wód podziemnych w punkcie jest więc oparty zarówno na porównaniu wartości stężeń badanych pierwiastków z wartościami granicznymi oraz na doświadczeniu i wiedzy osoby analizującej wyniki - metoda ekspercka.

Wszystkie próby, w których przekroczone zostały wartości graniczne klasy III, IV i V zostały przeanalizowane indywidualnie w celu zweryfikowania możliwego pochodzenia substancji, dla których wystąpiły przekroczenia wartości granicznych. W analizie przyjęto algorytm, który w przypadku wskaźników Fe i Mn dopuszcza przekroczenie wartości granicznych oraz obniżenie klasy jakości o jeden stopień, ale tylko w klasach IV i V. Ponadto, w dwóch przypadkach obniżono również klasę jakości z V na IV gdy jedynym wskaźnikiem wykraczającym poza dobry stan jednostki (III klasa jakości) był potas. W punktach tych nie stwierdzono podwyższenia stężeń żadnych innych wskaźników fizykochemicznych typowych dla presji antropogenicznej (HPO_4 , NO_3 , NO_2 , NH_4) ani Na. Celem niniejszej procedury jest wyeliminowanie czynnika geogenicznego z klas IV i V, które wskazują na słaby stan chemiczny wód, wynikający z wyraźnego wpływu działalności człowieka. W klasach I–III nie stosowano obniżania klasyfikacji.

W przypadku wskaźników pH, temperatura, tlen rozpuszczony, oznaczanych w terenie, dopuszcza się przekroczenie wartości granicznych, jeżeli tylko wartości tych wskaźników są podwyższone w próbce, tj. nie ma żadnych wskazań (podwyższonych stężeń innych wskaźników chemicznych) sugerujących, że próbka może być gorszej jakości. Algorytm stosowany jest w odniesieniu do wszystkich klas jakości, lecz najczęściej jest stosowy w klasach I–III.

Ocena wskaźnikowa

W celu identyfikacji składników fizykochemicznych mających znaczny wpływ na ocenę stanu chemicznego wód podziemnych oraz stanowiących największe zagrożenie dla jakości wód podziemnych, dokonano analizy, w której obliczono procentowy udział pobranych próbek w granicach stężeń określonych przez Rozp. MŚ nr 896 (Dz. U. nr 143, poz.896). Wyniki analizy przedstawiono w formie graficznej używając histogramów. Rozkład stężeń poszczególnych wskaźników porównano z wartościami tła chemicznego, zgodnie z Rozp. MŚ nr 896 (Tabela 3).

Tabela 3. Wartości tła hydrogeochemicznego wybranych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych, Rozp. MŚ nr 896 (Dz. U. nr 143, poz.896)

Wskaźnik chemiczny	Jednostka	Tło hydrogeochemiczne (zakres wartości stężeń charakterystycznych)
arsen	mgAs/l	0,00005–0,02
bar	mgBa/l	0,01–0,30
bor	mgB/l	0,01–0,50
chlorki	mgCl/l	2–60
cynk	mgZn/l	0,005–0,05
fluorki	mgF/l	0,05–0,50
fosforany	mgPO ₄ /l	0,01–1,0
glin	mgAl/l	0,01–0,10
kadm	mgCd/l	0,0001–0,0005
mangan	mgMn/l	0,01–0,40
molibden	mgMo/l	0–0,003
nikiel	mgNi/l	0,001–0,005
potas	mgK/l	0,5–10
siarczany	mgSO ₄ /l	5–60

Tabela 3. Wartości tła hydrogeochemicznego wybranych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych, Rozp. MŚ nr 896 (Dz. U. nr 143, poz.896)

Wskaźnik chemiczny	Jednostka	Tło hydrogeochemiczne (zakres wartości stężeń charakterystycznych)
sód	mgNa/l	1–60
wapń	mgCa/l	2–200
wodorowęglany	mgHCO ₃ /l	60–360

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 graniczną 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, 2008), która wprowadza wartości progowe dla czterech przedziałów stężeń azotanów (Tabela 4).

Tabela 4. Wartości progowe 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

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 tym, 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 (Rozporządzenie Ministra Środowiska z 23 lipca 2008 r.), wprowadzają wartości graniczne dla V klasy jakości wód podziemnych, przy czym stężenie na poziomie 50 mgNO₃/l stanowi wartość progową dla dobrego stanu chemicznego wód podziemnych.

Ocena wyników oznaczeń organicznych

Oznaczenia wskaźników organicznych w szerszym zakresie zostały włączone po raz pierwszy do programu badań monitoringowych wód podziemnych systemu PMŚ na lata 2009–2011. W 2009 r. dokonano pilotażowych badań w 37 punktach pomiarowych sieci monitoringu operacyjnego.

Przy wyborze punktów do opróbowania kierowano się wynikami ocen punktowych jakości wód podziemnych z lat 2000–2008. Były to punkty, w których w przeszłości parokrotnie stwierdzano słaby stan wód podziemnych (klasy IV–V). Faktem jest, że brak było danych co do wpływu czynników antropogenicznych na stan jakości wód podziemnych w kontekście stwierdzonego sposobu użytkowania terenu jak i niewielkiej głębokości warstwy wodonośnej.

Skromna ilość danych pomiarowych nie upoważnia jeszcze do określenia statystycznie istotnych zależności stopnia zagrożenia jakości wód podziemnych substancjami organicznymi, m.in. w układzie głębokości występowania warstwy wodonośnej czy też sposobu użytkowania terenu (aspekt presji).

Wyniki skonfrontowano z dopuszczalnymi stężeniami określonymi w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z 2007 r., Dz.U. nr 61, poz.417 oraz w Rozporządzeniu Ministra Środowiska w 2008 r., Dz.U. nr 143, poz. 896.

W programie na 2009 r. zrealizowano badania następujących pakietów wskaźników organicznych:

- Wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych WWA w tym: 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;
- Pestycydów chloroorganicznych w tym: 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 w tym: dichlorfos; mewinfos; tiometon; diazynom; paration metylowy; fenitroton; melation; fention; paration etylowy; chlorfenwinfos;
- Trichloroetenu;
- Tetrachloroetenu.

3.2.2. Ocena stanu chemicznego JCWPd zagrożonych nieosiągnięciem dobrego stanu

Wyjściem do oceny stanu chemicznego wód podziemnych była procedura określona w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 (Dz. U. nr 143, poz.896) nakazująca uśrednienie stężeń badanych wskaźników ze wszystkich punktów w obrębie jednolitych części wód podziemnych i, na podstawie porównania z wartościami progowymi określonymi w załączniku do rozporządzenia, ustalenie stanu chemicznego JCWPd jako dobry lub słaby.

Zgodnie z ustaleniami umowy nr 51/2009/F z dnia 23.11.2009, ocena stanu chemicznego wód podziemnych powinna uwzględniać schematyzację warunków hydrogeologicznych badanych JCWPd, zgodnych z opracowywanymi aktualnie przez państwową służbę hydrogeologiczną modelami koncepcyjnymi jednolitych części wód podziemnych. Z tego względu, dla każdej omawianej w niniejszym raporcie jednolitej części przygotowano charakterystyki hydrogeologiczne. Charakterystyki te wykonano na podstawie dostępnych modeli koncepcyjnych, charakterystyk geologicznych i hydrogeologicznych, profili hydrostrukturalnych przygotowywanych na potrzeby państwowej służby hydrogeologicznej oraz opracowań cyfrowych w tym Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 – pierwszy poziom wodonośny, występowanie i hydrodynamika oraz Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 – pierwszy poziom wodonośny – wrażliwość na zanieczyszczenie i jakość wód.

Kolejnym etapem oceny była analiza uzyskanego wyniku oceny stanu w kontekście poprzednich raportów dotyczących oceny stanu chemicznego i ilościowego JCWPd (Hordejuk *et al.*, 2008, Hordejuk *et al.*, 2010, Kuczyńska, Hordejuk, 2010) oraz opublikowanych raportów dotyczących analizy presji (Maciejewski *et al.*, 2007; PSH, 2010).

W ramach realizacji zadania dokonano dogłębnej analizy publikacji: „Opracowanie analizy presji i wpływów zanieczyszczeń antropogenicznych w szczegółowym ujęciu Jednolitych Części Wód Powierzchniowych i Podziemnych dla potrzeb opracowania programów działań i planów gospodarowania wodami” (Maciejewski *et al.*, 2007) oraz „Opracowanie analizy presji i wpływów zanieczyszczeń antropogenicznych w szczegółowym ujęciu Jednolitych Części Wód Powierzchniowych i Podziemnych dla potrzeb opracowania programów działań i planów gospodarowania wodami. Raport” (Herbich *et al.*, 2007), które są jedynymi dostępnymi opracowaniami dotyczącymi zasięgu istotnych oddziaływań presji na wody podziemne i powierzchniowe w Polsce. W analizie posłużono się również informacjami roboczymi PSH stanowiącymi podstawę opracowania planów gospodarowania wodami w obszarach dorzeczy, w których uwzględniono element presji. Należy jednak stwierdzić, że dostępne informacje na temat presji antropogenicznej są bardzo ubogie i wymagają uzupełnienia, co wychodzi poza ramy tematyczne niniejszego zadania.

Jednym z głównych zadań Ramowej Dyrektywy Wodnej jest ochrona wód podziemnych z myślą o zachowaniu dobrej jakości zasobów dla przyszłych pokoleń. Ocena stanu chemicznego JCWPd powinna więc odnosić się przede wszystkim do uchwycenia charakterystyki wód podziemnych stanowiących źródło zaopatrzenia ludności. W celu identyfikacji warstw wodonośnych o największym znaczeniu wód pitnych dla ludności w obrębie analizowanych JCWPd, wzięto pod uwagę zasięg użytkowych poziomów wodonośnych, po czym skonfrontowano te dane z rzeczywistą eksploatacją wód podziemnych jaka się odbywa w obrębie JCWPd z poszczególnych jednostek hydrostratygraficznych – pięter wodonośnych: neogenu, paleogenu, kredy, jury, triasu, permu, karbonu, dewonu, kambriu. Dane te opracowano na podstawie informacji zgromadzonych w bazach danych PSH: Pobory oraz Banku HYDRO, których połączony zakres informacji, jako jedyny na chwilę obecną, pozwala określić ilość wód podziemnych eksploatowanych w ramach szczególnego korzystania z wód (tzw. pobór rejestrowany) z poszczególnych pięter wodonośnych. Dane o poborze zostały opracowane na podstawie informacji przesyłanych przez organy administracji państwowej w trybie szczególnego korzystania z wód i dotyczą 2008 r. (Gałkowski *et al.*, 2010). Zakres tych danych uwzględnia, z niewielkimi wyjątkami, wszystkie ujęcia o podstawowym znaczeniu dla eksploatacji wód podziemnych w kraju. Eksploatacja wód podziemnych jest traktowana jako element presji dla zasobów wód podziemnych i ma szczególne znaczenie w ocenie stanu ilościowego. Nie mniej jednak, pobór wód podziemnych może w istotny sposób naruszyć równowagę chemiczną zasobów, gdyż wpływając na dynamikę wód podziemnych, może spowodować przyspieszenie transferu zanieczyszczeń lub ascencji wód słonych. Pobór wód podziemnych wskazuje również na potencjalne ognisko zanieczyszczeń, co przy braku możliwości ciągłego śledzenia presji i wpływów zanieczyszczeń antropogenicznych w kontekście całego obszaru kraju, pozwala na częściowe (a w tym momencie jedyne) uwzględnienie presji w ocenie stanu chemicznego wód podziemnych.

Reasumując, końcowa ocena stanu chemicznego wód podziemnych w obrębie jednolitych części wód podziemnych jest wypadkową oceny opartej na stężeniach wskaźników jakości określonych przez Rozporządzenie Ministra z 2008 r. oraz metody eksperckiej, polegającej na interpretacji lokalnych warunków hydrogeologicznych i dostępnych informacji o presji oraz strukturze i eksploatacji zasobów wodnych.

4. Ocena stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych zagrożonych nieosiągnięciem dobrego stanu wg danych z monitoringu operacyjnego 2009

Zakres danych źródłowych do niniejszej analizy obejmuje łącznie 299 punktów monitoringowych, w tym 293 punkty zostały opróbowane w ramach monitoringu operacyjnego 2009, 4 punkty zostały opróbowane w ramach monitoringu granicznego oraz 2 punkty zostały opróbowane w ramach kontroli sieci obserwacyjno-badawczej MWP.

Punkty wykorzystane do oceny stanu chemicznego wód podziemnych wg danych z 2009 r. położone są w granicach 49 jednolitych części wód podziemnych (JCWPd). Wśród opróbowanych 49 JCWPd, 37 jednostek znajduje się na liście rekomendowanych JCWPd do monitoringu operacyjnego w latach 2009–2011 wg. opracowania PIG-PIB z listopada 2008 r. (Mitręga *et al.*, 2008). Ze względu na brak punktów, lub też czasowe utrudnienia w dojeździe do punktów pomiarowych, nie opróbowano trzech JCWPd z ww. listy. Są to jednolite części wód podziemnych o numerach 124, 137 i 138. Pozostałe jednolite części wód podziemnych zostały objęte monitoringiem ze względu wątpliwości dotyczące ich stanu. Należy zauważyć, że realizacja monitoringu operacyjnego w 2009 r. odbywała się w warunkach ustalania zakresu merytorycznego umowy 51/2009/F, zanim została ona podpisana z Zamawiającym, stąd też w opracowaniu oceny stanu chemicznego pojawiło się kilka JCWPd nie objętych umową 51/2009/F.

W ramach monitoringu operacyjnego 2009 opróbowano 35 JCWPd objętych monitoringiem operacyjnym w roku 2008. Liczba punktów, w których wykonano opróbowanie zarówno w roku 2008 jak i 2009 wynosi 229 punktów, co stanowi 74,3% wszystkich punktów objętych monitoringiem w 2009 roku.

W JCWPd o numerach 17, 26, 27, 38, 45, 89, 92, 105, 123 opróbowano tylko po jednym punkcie pomiarowym, a w JCWPd 11, 12 i 37 po dwa punkty. Powodem małej liczby punktów opróbowanych w JCWPd nr 92, 105 i 123 był brak większej liczby punktów monitoringowych w tych jednostkach. W pozostałych JCWPd, dostęp do punktów monitoringowych wybranych do opróbowania w ramach monitoringu operacyjnego 2009 był niemożliwy ze względów technicznych. Ze względu na małą liczbę punktów monitoringowych, w wymienionych jednostkach JCWPd w których opróbowanych było mniej niż 3 punkty pomiarowe, ocena ich stanu chemicznego została wykonana z zastrzeżeniem niskiej wiarygodności.

Zestawienie jednolitych części wód podziemnych, dla których wykonano ocenę stanu chemicznego wód podziemnych wg. danych z 2009 r. przedstawia Tabela 5.

Informacja o punktach poddanych analizie podczas do oceny stanu chemicznego wg. danych z 2009 r. wraz z mapą przedstawiającą ich lokalizację zawarta jest w załącznikach A i B.

Tabela 5. Zestawienie JCWPd objętych analizą jakości wód podziemnych w 2009 r.

Lp.	Numer JCWPd	Rekomendacja do monitoringu operacyjnego 2009 r.	Rodzaj monitoringu			JCWPd [km²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	OCENA STANU JCWPd			
									wg danych z 2005 r.	wg danych z 2007 r.		wg danych z 2008 r.
			operacyjny	PSH	graniczny				<ILOŚĆ+CHEM>	<CHEM>	<ILOŚĆ>	<CHEM>
1	1	Tak	4		4	42,06	Odra	$Q_{(1-2)} - (K^Z)$	2	2	2	2
2	12	Tak	2			278,99	Wisła	$Q_2^Z, (Pg^Z) - K^Z$	2	2	1	2
3	14	Tak	4			30,94	Wisła	$Q_{(2)}, - K$	2	1	21	1
4	15	Tak	3			503,29	Wisła	$Q^Z, (Ng+Pg), K^Z$	1	1	1	-
5	16	Tak	8			890,23	Wisła	$Q^Z - (Ng+Pg) - K^Z$	2	1	1	1
6	17	Tak	1			56,8	Wisła	$Q_{(2)}$	1	2	1	-
7	21	Tak	11			1176,25	Pregola	Q_2	21	1	1	1
8	25	Tak	16			1412,07	Odra	$Q_{(1-3)}, (M), (M^Z), (K_3^Z)$	21	1	1	1
9	26	Tak	1			515,42	Odra	$Q_{(1-3)}, (Q-M), (M_{1-2}), (M^Z)$	1	2	1	-
10	36	Tak	7			5037	Odra	Q, M	1	2	1	-
11	38	Tak	1			395,3	Wisła	$Q, Ng + Pg$	1	2	1	-
12	39	Tak	7			795,3	Wisła	Q, K^Z	21	1	1	1
13	44	Tak	3			305,78	Wisła	$Q - (Ng), K^Z$	21	1	1	1
14	47	Tak	8			2774,62	Wisła	$Q_{(1-2)}, (M_{(1-2)}) - Ol^Z - K^{(Z)}, J^{(Z)}$	1	1	21	-
15	53	Tak	10			672,11	Wisła	$Q_{(2-3)} - M - Ol$	21	1	1	1
16	62	Tak	19			3219,41	Odra	$(Q), M$	21	1	1	1
17	67	Tak	9			843,91	Odra	$(Q)_{(1-2)}, (M)_{(1-3)}, Ol - T^Z$	2	1	1	1
18	68	Tak	9			874,18	Odra	$(Q), (Pl), M_{(2-3)}, Ol - (Ng + Pg)^Z$	21	1	1	1
19	73	Tak	24			3580,83	Odra	$(Q), M$	21	2	1	1
20	74	Tak	35			4320,21	Odra	Q, M_{1-2}	21	1	1	1
21	88	Tak	4			554,67	Odra	$(Q_{(1-3)}), (M_{(1-2)}), (Pz-Pt)$	2	1	1	1
22	92	Tak	1			457,63	Odra	$(Q), (M_{(1-3)}), (Pz-Pt)$	1	2	1	-

Tabela 5. Zestawienie JCWPd objętych analizą jakości wód podziemnych w 2009 r.

Lp.	Numer JCWPd	Rekomendacja do monitoringu operacyjnego 2009 r.	Rodzaj monitoringu			JCWPd [km²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	OCENA STANU JCWPd			
									wg danych z 2005 r.	wg danych z 2007 r.		wg danych z 2008 r.
			operacyjny	PSH	graniczny				<ILOŚĆ+CHEM>	<CHEM>	<ILOŚĆ>	<CHEM>
23	105	Tak	1			163,03	Wisła	K ₃	1	1	2	-
24	116	Tak	20			2921,25	Odra	Q, (K ₍₁₋₂₎), T ₍₁₋₂₎ , P, C, D	21	1	1	1
25	122	Tak	4			1740,45	Wisła	Q, J ₃ , T ₃ , T ₂ , T ₁ , P ₃ , D _{2,3}	1	1	2	2*
26	123	Tak	1			539,02	Wisła	Q, D ₂	1	1	2	-
27	124	Tak	0 (brak punktu pomiarowego w jednostce)			148,09	Wisła	(Ng), J ₃	1	1	2	-
28	125	Tak	8			639,17	Wisła	Q, Ng	2	1	2	1
29	128	Tak	9			833,39	Odra	Q, (Ng), C ₁	21	2	1	2
30	130	Tak	5			416,91	Odra	(Q), T _{2,1} , C ^z	2	1	2	1
31	131	Tak	3			76,34	Odra	(Q), T ₂	1	1	21	1*
32	132	Tak	4			175,4	Wisła	Q, T ₂ , (T ₁), (C ₃)	2	2	1	1
33	133	Tak	6			460,21	Odra	(Q), C	2	1	1	1
34	134	Tak	6			563,79	Wisła	Q ₍₁₋₃₎ , C ₃₍₁₋₅₎	2	1	2	1
35	137	Tak	0 (brak dostępu do punktu)			1029,72	Wisła	Cr ₃ , J ₃	1	1	2	-
36	138	Tak	0 (brak dostępu do punktu)			862,38	Wisła	Q, K ₃	1	1	2	-
37	141	Tak	6			269,95	Wisła	(Q ₍₁₋₂₎), (T), C ₃	2	1	2	1
38	146	Tak	3			217,54	Wisła	(Q), T _{2,1} , C ₃	2	2	1	2
39	148	Tak	4			339,78	Wisła	Q, (Ng), C ₃	1	1	21	-
40	149	Tak	3			100,17	Wisła	Q, T ₂ , P, C ₃	1	1	2	1
41	11	Nie	2			4097,22	Wisła	Q ₁₋₃ – (Ng), (Pg), (K) ^z	1	1	1	1*
42	13	Nie	1	2		2818,21	Wisła	Q ₍₁₋₃₎ , (Ng), (Pg), K	1	1	1	2*
43	27	Nie	1			3288,55	Odra	Q ₍₁₋₂₎ , M ₍₁₎	1	1	1	-

Tabela 5. Zestawienie JCWPd objętych analizą jakości wód podziemnych w 2009 r.

Lp.	Numer JCWPd	Rekomendacja do monitoringu operacyjnego 2009 r.	Rodzaj monitoringu			JCWPd [km²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	OCENA STANU JCWPd			
									wg danych z 2005 r.	wg danych z 2007 r.		wg danych z 2008 r.
			operacyjny	PSH	graniczny				<ILOŚĆ+CHEM>	<CHEM>	<ILOŚĆ>	<CHEM>
44	37	Nie	2			2949,43	Wisła	Q ₁₋₂ , Ng, K	1	1	1	1
45	42	Nie	3			4711,19	Odra	Q ₍₁₋₂₎ , M	1	1	1	1
46	43	Nie	4			4023,14	Odra	(Q) – M, (K)	1	1	1	1
47	45	Nie	1			1375,71	Wisła	Q, (M), (J)	1	1	1	1*
48	49	Nie	8			593,92	Wisła	Q ₍₁₋₂₎ , Pg	21	1	1	1
49	89	Nie	1			134,38	Odra	(Q), (M ₍₁₋₃₎), (Pz–Pt)	1	1	1	2*
Suma			293	2	4							

Objaśnienia:

1 – ocena stanu dobra

2 – ocena stanu słaba

*niski stopień wiarygodności oceny

Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd: Q – Czwartorzęd; Ng + Pg – Paleogen + Neogen; M – Miocen; K – Kreda; J – Jura; T – Trias; P – Perm; C – Karbon; D – Devon; O – Ordowik; S – Sylur;

Pt – Proterozoik; Q, K, J – piętra wodonośne izolowane od pozostałych występujące na całym obszarze JCWPd; Q–K, Ng–Pg – piętra połączone występujące na całym obszarze JCWPd; (K), (K–J) – piętra wodonośne o zasięgu występowania nie obejmującym całego obszaru JCWPd; Q, Q(2), Q(2–3)...itd. – indeks dolny wskazuje ilość poziomów wodonośnych w obrębie piętra wodonośnego (od jednego do trzech); (M²), (K²) – indeks górny (Z) oznacza stwierdzone zasolenie poziomu lub piętra wodonośnego; Pz–Pt – wody szczelinowe w skałach krystalicznych.

4.1. Ocena jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych

Wśród 299 punktów objętych obserwacją w 2009 r., 158 punktów charakteryzuje się swobodnym zwierciadłem wody a 141 punktów reprezentuje poziomy wodonośny o napiętym zwierciadle wody, Tabela 6.

Wyniki przeprowadzonych analiz wykazały, że wśród 158 punktów o swobodnym zwierciadle wody, jakość wody w 26 punktach zakwalifikowało się do wód II klasy jakości, w 80 punktach do wód III klasy jakości, w 35 punktach do wód IV klasy jakości oraz w 17 punktach do wód V klasy jakości, Rysunek 2.

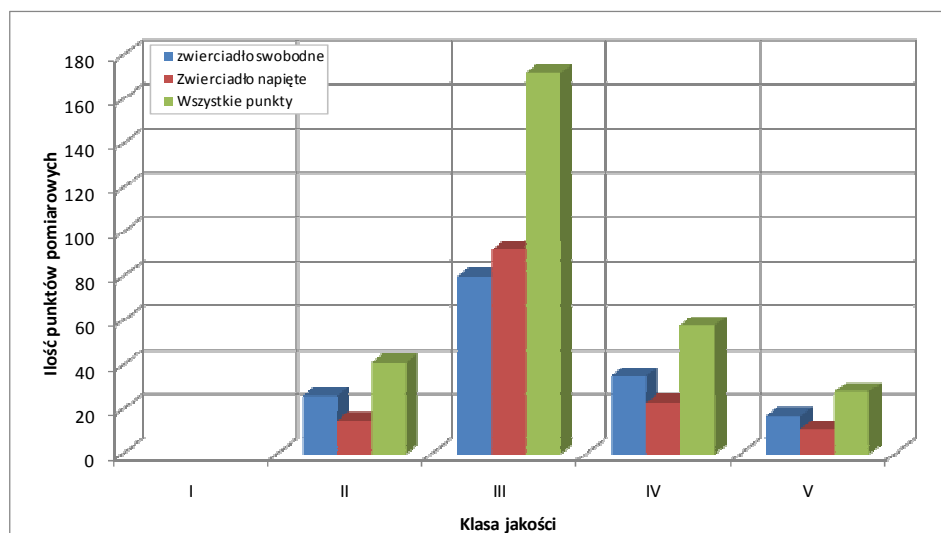
Wśród 141 punktów ujmujących wody o zwierciadle napiętym, w 15 punktach badana woda kwalifikowała się do wód II jakości, w 92 punktach do wód III jakości, w 23 punktach do IV klasy jakości i w 11 punktach do V klasy jakości.

Wśród punktów ujmujących poziomy wodonośny o zwierciadle swobodnym, udział punktów w klasach jakości II–V kształtował się w 2009 r. następująco: klasa II – 16,46%, klasa III – 50,63%, klasa IV – 22,15% i klasa V – 10,76%. Wśród punktów ujmujących poziomy wodonośny o zwierciadle napiętym, rozkład ten kształtował się następująco: klasa II – 10,64%, klasa III – 65,25%, klasa IV – 16,31% oraz klasa V – 7,80%.

Reasumując, wśród wszystkich 299 badanych punktów ujmujących poziomy wodonośny o swobodnym jak i napiętym zwierciadle wody, dominują wody III klasy jakości, stanowiące 57,53% wszystkich oznaczeń wody. Wody II klasy jakości stanowią 13,71% ogółu opróbowanych punktów, wody IV klasy jakości – 19,40% a wody V klasy jakości – 9,36%. Stosując się do Rozp. MŚ 896 z dnia 23 lipca 2008 r. można stwierdzić, że wśród 299 punktów pomiarowych, dla których przeanalizowano dane fizykochemiczne, 71,24% oznaczeń wskazało na dobry stan chemiczny wód podziemnych, a pozostałe 28,76% na słaby stan chemiczny wód podziemnych. Wśród wód o stanie słabym większy udział mają wody IV klasy jakości (Tabela 6).

Tabela 6. Wyniki klasyfikacji jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych monitoringu wód podziemnych 2009 r.

Poziom wodonośny	Σ punktów pomiarowych	Wody o jakości (ilość punktów)				
		DOBREJ			SŁABEJ	
		I klasa	II klasa	III klasa	IV klasa	V klasa
o zwierciadle	158	0	26	80	35	17
o zwierciadle napiętym	141	0	15	92	23	11
ogółem	299	0	41	172	58	28
Poziom wodonośny	Σ punktów pomiarowych	Wody o jakości (% liczby punktów)				
		DOBREJ			SŁABEJ	
		I klasa jakości	II klasa jakości	III klasa jakości	IV klasa jakości	V klasa jakości
o zwierciadle	158	0,00	16,46	50,63	22,15	10,76
o zwierciadle napiętym	141	0,00	10,64	65,25	16,31	7,80
ogółem	299	0,00	13,71	57,53	19,40	9,36



Rysunek 2. Rozkład ilości punktów monitoringowych, opróbowanych w 2009 r., z podziałem na klasy jakości I–V wg Rozp. MŚ 896 z dnia 23 lipca 2008 r., z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.

W 56 badanych punktach podniesiono wyliczoną wg stężeń klasę jakości wody o jeden stopień w stosunku do wartości granicznych określonych w załączniku do Rozp. MŚ 896 z dnia 23 lipca 2008 r.. Podczas tej procedury, szczególnie wnikliwie sprawdzano stężenia wszystkich wskaźników jakości wód. Podniesienie klasy jakości w 15 przypadkach dotyczyło zmiany z III na II klasę jakości, w 25 przypadkach dotyczyło to zmiany z IV na III klasę jakości i w 16 przypadkach dotyczyło to zmiany z V na IV klasę jakości.

Graficzna interpretacja wyników oceny jakości wód podziemnych w punktach w 2009 r. przedstawiona jest na mapach (Załącznik A). Tabełacyjne zestawienie ocen jakości wód w punktach zawarte jest w załączniku C.

Ocena wskaźnikowa

Na podstawie wyników badań laboratoryjnych wykonanych w 2009 r. sporządzono analizę wybranych wskaźników chemicznych. Analiza wskaźnikowa została wykonana dla 299 oznaczeń, w tym dla 141 próbek z poziomów wodonośnych o zwierciadle napiętym i dla 158 dla próbek z poziomów wodonośnych o zwierciadle swobodnym. Mapy prezentujące rozkład stężeń wybranych wskaźników na obszarze kraju przedstawione są na mapach wyników (Załącznik A).

Przeprowadzona synteza danych wykazała niską przydatność niektórych oznaczanych wskaźników ze względu na to, że wartości ich stężeń często są poniżej granicy oznaczalności metod analitycznych LOQ i mieszczą się w I klasie jakości, przez co nie wpływają na wynik oceny. Jest to dość istotne stwierdzenie w kontekście braku ściśle określonej listy wskaźników wskazanych do monitoringu operacyjnego w ustawodawstwie polskim. Wskaźnikami takimi są antymon, beryl, cyna, ołów, rtęć, selen, srebro i tytan.

Klasyfikacja stężeń arsenu, baru, boru, fosforanów, glinu i kadmu w wodach podziemnych wskazują na niskie stężenia tych pierwiastków w wodach podziemnych (Rysunek 3–Rysunek 8 oraz mapy 4-6, 10-12). W przeliczeniu na procentowy udział oznaczeń w poszczególnych klasach jakości, oznaczenia analizowanych wskaźników chemicznych przekraczają 97% dla I klasy jakości. Dla wszystkich tych wskaźników odnotowano pojedyncze oznaczenia przekraczające zakres tła hydrogeochemicznego (Tabela 3). Charakterystyczna jest kumulacja

podwyższonych stężeń arsenu w utworach czwartorzędowych JCWPd nr 74, w zakresie stężeń III klasy jakości. Źródłem podwyższonych stężeń arsenu, baru, boru, fosforanów, glinu i kadmu są przede wszystkim odcieki przemysłowe, ścieki komunalne i przemysłowe, niewłaściwe wykorzystanie środków ochrony roślin czy też spływy z terenów miejsko-przemysłowych. Wskaźniki te są więc dobrymi indykatorami oddziaływania presji antropogenicznej na jakość wód podziemnych.

Analizując wyniki oznaczeń stężeń potasu i sodu z roku 2009, ponad 90% oznaczeń wykazało stężenia w granicy właściwej dla dobrego stanu wód podziemnych (Rysunek 9 i Rysunek 10). W przypadku potasu, zaledwie 25 oznaczeń przekracza zakres tła hydrogeochemicznego a w przypadku sodu - 20. Jak wynika z map 16 i 18 (załącznik A), dystrybucja punktów w których odnotowano przekroczenie stężeń potasu i sodu powyżej I klasy jakości ma bardzo rozproszony charakter. Zawartość jonów potasu i sodu w wodach podziemnych może mieć zarówno geogeniczne jak i antropogeniczne pochodzenie. Geogeniczne pochodzenie niniejszych pierwiastków związane jest głównie z ługowaniem skał osadowych lub rozkładem minerałów pierwotnych. W związku z łatwiejszym wietrzeniem minerałów zawierającym sód niż potas, naturalna zawartość sodu w wodach podziemnych z reguły znacznie przewyższa zawartość potasu. Jak podaje Pazdro (1964), stosunek $\text{Na}^+:\text{K}^+$ w wodach niezanieczyszczonych, nawet w wodach mineralnych, nie przekracza 14:1. Zarówno potas jak i sód może dostawać się do wód podziemnych w wyniku zanieczyszczeń bytowych, gospodarczych czy też przemysłowych (Macioszczyk, Dobrzyński, 2007), a rozkład substancji organicznych oraz stosowanie nawozów mineralnych powoduje, że stężenie potasu jest znacznie podwyższone w stosunku do stężeń innych pierwiastków. Dlatego, w analizie jakości wód podziemnych przyjęło się stosowanie współczynnika K/Na jako wskaźnik potencjalnego źródła potasu (Daly & Daly, 1982; Thorn & Hanna, 1989; Bartley & Johnston, 2005); przy czym wartość K/Na powyżej 0,3 wskazuje na potencjalne oddziaływanie lokalnych ognisk zanieczyszczeń. Analizując wyniki oznaczeń stężeń potasu i sodu z roku 2009, wartość współczynnika K/Na = 0,3 została przekroczona w 100 przypadkach, ale w 59 przypadkach dotyczyła punktów, w których żaden z oznaczanych wskaźników nie przekroczył stężenia granicznego III klasy jakości. W pozostałych 41 punktach, w 28 przypadkach stężenie potasu nie przekroczyło wartości granicznej I klasy jakości. Zaledwie w 13 ze 100 punktów w którym stosunek K/Na przekroczył wartość 0,3, poszczególne wartości stężeń potasu wykraczają powyżej III klasę jakości i za wyjątkiem dwóch przypadków, w których stężenie potasu było jedynym wskaźnikiem wykraczającym poza dobry stan chemiczny, wartość współczynnika K/Na faktycznie może wskazywać na oddziaływanie presji antropogenicznej. Powyższa analiza wskazuje, że w świetle obowiązujących przepisów prawnych (Rozp. MŚ 896 z dnia 23 lipca 2008 r.) analiza współczynnika K/Na w odniesieniu do oceny stanu chemicznego wód podziemnych i wpływu presji antropogenicznej ma ograniczony zasięg. Możliwe jest również zbyt liberalne ustanowienie wartości progowej dobrego stanu chemicznego dla potasu. Dla porównania niniejsza wartość progowa wynosi 5mgK/l w Irlandii (EPA, 2003), w Słowenii 10 mgK/l (Krajnc *et al.*, 2007), a w Polsce 15 mgK/l.

Stężenia niklu i molibdenu w próbkach wody z punktów monitoringowych również wskazują na dobry stan wód podziemnych (mapy 14 i 15). Procentowy udział oznaczeń w I klasie jakości tych wskaźników wynosi odpowiednio > 89 i >93% (Rysunek 12 i Rysunek 11). Stwierdzono jednak niewielką liczbę punktów, w których wyniki oznaczeń przekraczających zakresy tła hydrogeochemicznego dla molibdenu i niklu, co wskazuje na lokalne zanieczyszczenie wód ściekami komunalnymi i przemysłowymi. W przypadku niklu, charakterystyczne jest przekroczenie wartości progowej dobrego stanu chemicznego w JCWPd zlokalizowanych w południowej części Polski (mapa nr 15).

Cynk jest wskaźnikiem, dla którego odnotowano wartości stężeń mieszczące się we wszystkich klasach jakości, a ich rozkład jest następujący: I klasa – 81,6%, II klasa – 14,7%, III klasa – 1,0%, IV klasa – 1,7% i V klasa – 1% (Rysunek 13). Powyższa statystyka wskazuje na generalnie niskie stężenia tego pierwiastka w wodzie, w 97,3% w zakresie stężeń właściwym dla dobrego stanu wód podziemnych. Źródłem podwyższonych wartości stężeń cynku w wodach podziemnych mogą być zanieczyszczenia antropogeniczne - ścieki komunalne i przemysłowe, spływy deszczowe w aglomeracjach i spływy z dróg szybkiego ruchu (Macioszczyk, Dobrzyński, 2007).

Chlorki i fluorki są wskaźnikami, których wartości stężeń lokują się w trzech najniższych klasach jakości, ze zdecydowanym procentowym udziałem w I klasie jakości. W przypadku chlorków udział ten wynosi 82,3% a dla fluorków 64,2% (Rysunek 14 i Rysunek 15). Chlorki należą do głównych wskaźników wód podziemnych a ich udział procentowy rośnie wraz z mineralizacją wód podziemnych. Podwyższone stężenia jonów Cl często występuje w towarzystwie podwyższonych jonów Na i K, wywołując zasolenie słodkich wód podziemnych. Do płytko występujących wód podziemnych chlorki dostają się często wraz z różnego typu zanieczyszczeniami antropogenicznymi. Do najważniejszych należą zanieczyszczenia pochodzące z odpadów przemysłowych, zrzutów wód kopalnianych, działalności rolniczej i soli używanej do zimowego oczyszczania dróg (Witczak, Adamczyk 1995; Macioszczyk, Dobrzyński, 2007). W kontekście ogólnokrajowym (mapa 7, załącznik A), podwyższone stężenia jonów Cl w granicy III klasy jakości występują w północno-zachodniej oraz południowej części kraju. Stosunkowo wysokie stężenia Cl w południowej części kraju (JCWPd 132, 134, 130 i 146) związane jest z lokalną presją antropogeniczną. Jak wskazuje mapa nr 9 (załącznik A), przestrzenny rozkład stężeń fluoru jest dość równomierny, choć zauważalna jest kumulacja stężeń w III klasie jakości w obrębie JCWPd nr 62, 73, 76 i 47. Są to jednostki w których zidentyfikowano silną presję rolniczą i wydzielono w nich kilka obszarów szczególnie narażone na zanieczyszczenia azotanami pochodzenia rolniczego. Źródłem fluoru w wodach podziemnych mogą więc tu być nawozy mineralne stosowane w rolnictwie.

Blisko 99% oznaczeń stężeń wapnia zawiera się w zakresie tła hydrogeochemicznego (Rysunek 17). Źródłem wapnia w wodach podziemnych jest bardzo dużo co sprawia, że mamy do czynienia z daleko idącym zróżnicowaniem tego pierwiastka w badanych próbkach. Głównym źródłem jonów wapnia w wodach podziemnych są procesy wietrzenia chemicznego powszechnie występujących minerałów skał osadowych zawierających wapiń, m.in. kalcyt, dolomit, gips (Macioszczyk, Dobrzyński, 2007). Antropogeniczne źródła wapnia to przeważnie składowiska odpadów komunalnych i przemysłowych (Freeze, Cherry, 1979). Podwyższone wartości stężeń wapnia, jeśli wywołane przyczynami antropogenicznymi, często występują wraz z podwyższonymi stężeniami siarczanów, azotanów lub chlorków, co znajduje potwierdzenie w wynikach monitoringu operacyjnego 2009.

Żelazo i mangan prezentują najbardziej urozmaicony rozkład wartości stężeń w poszczególnych klasach jakości. Nie mniej jednak, ponad 82% oznaczeń stężeń tych wskaźników zawiera się w przedziale tła hydrogeochemicznego. Należy zaznaczyć że górna wartość graniczna tła jest wysoka, w przypadku żelaza jest na granicy III i IV klasy jakości, a w przypadku manganu na granicy II i III klasy jakości (Rysunek 16 i Rysunek 18). Żelazo jest powszechnie występującym pierwiastkiem, a jego pierwotnym źródłem w wodach podziemnych są liczne minerały skał magmowych i osadowych. Istotne znaczenie w dostawie tego pierwiastka do wód podziemnych mają procesy rozkładu substancji organicznej. Wody w utworach czwartorzędowych, zwłaszcza w strefach występowania podwyższonych ilości substancji organicznej, wykazują znaczne ale zróżnicowane stężenia żelaza (Macioszczyk, Dobrzyński, 2007). W czwartorzędowych wodach mangan występuje w bardzo różnym stężeniu: od zawartości

śladowych do kilku mg/l. Jego stężenie jest przeważnie znacznie niższe niż stężenie żelaza. Najwięcej jest go z reguły w utworach zawierających substancję organiczną. Podwyższone stężenia manganu mogą występować w wodach podziemnych, zanieczyszczonych ściekami komunalnymi i przemysłowymi.

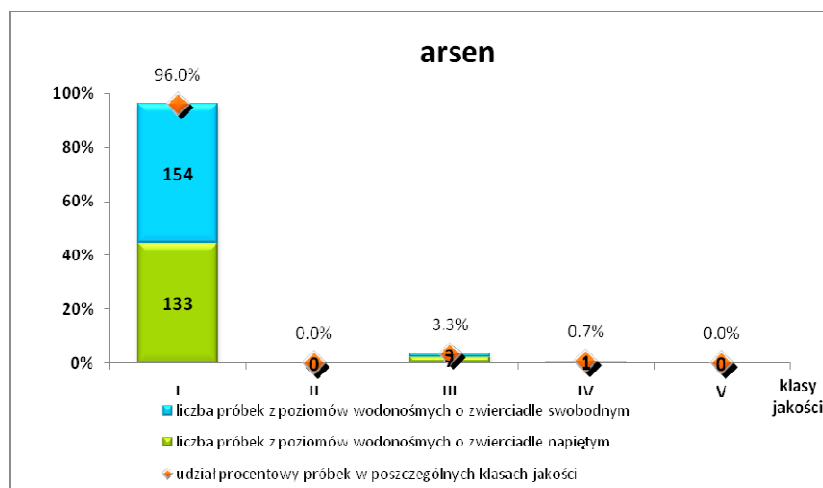
Analiza rozkładu stężeń siarczanu w poszczególnych klasach jakości wskazuje, że 51,2% oznaczeń to wartości poniżej zakresu tła hydrogeochemicznego (Rysunek 19). Siarczany pochodzenia antropogenicznego mogą przenikać do wód podziemnych jako ścieki przemysłowe i gospodarcze, a także jako efekt ługowania odpadów stałych. Pewne ilości siarczanów mogą pochodzić z infiltrujących opadów atmosferycznych – emisje antropogeniczne. Jak widać na mapie nr 17 (załącznik A) rozkład przestrzenny stężeń SO_4 na obszarze kraju wskazuje na występowanie lokalnych ognisk zanieczyszczeń.

Większość oznaczeń wodorowęglanów wskazuje na dobry stan wód podziemnych i zawiera się w przedziale tła hydrogeochemicznego (Rysunek 20). Wody gruntowe i większość wód wgłębnych w Polsce ma charakter wodorowęglanowy. Dominacja wodorowęglanów w płytkich wodach podziemnych, poza uwarunkowaniami geogenicznymi, może wynikać z zanieczyszczeń antropogenicznych, głównie w ośrodkach miejskich i przemysłowych. Natomiast zanieczyszczenie wód podziemnych wodorowęglanami mogą występować w strefach zanieczyszczeń pyłami zawierającymi CaCO_3 , np. wokół cementowni. W skali kraju (mapa 20, załącznik A) większość punktów, w których stwierdzono wody III i IV klasy jakości występuje w środkowej i południowej części kraju.

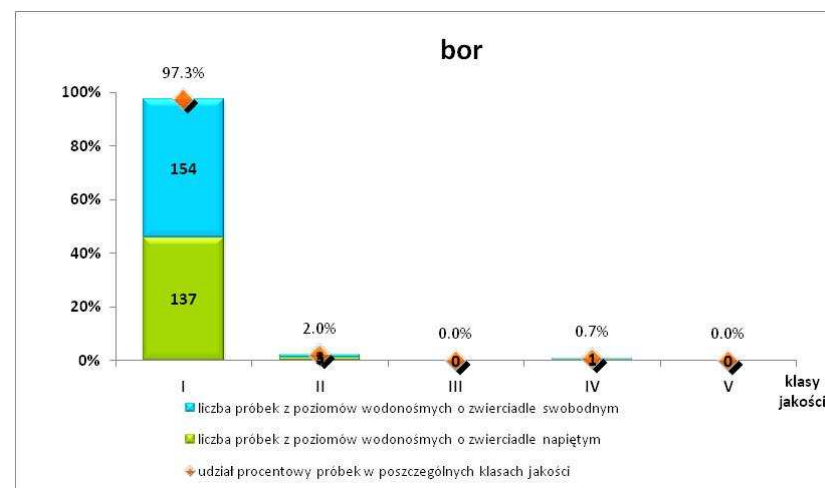
Podsumowując, dla I klasy jakości dla znacznej grupy oznaczanych wskaźników większy jest udział próbek z poziomów wodonośnych o zwierciadle swobodnym. Należy jednak pamiętać, że jest różnica 17 oznaczeń na plus dla próbek z poziomów wodonośnych o zwierciadle swobodnym. Jest to jednak 6% wszystkich oznaczeń i nie wpływa to na wynik oceny rozkładu wartości stężeń analizowanych wskaźników w poszczególnych klasach. Zwłaszcza w przypadku wskaźników takich jak żelazo, mangan, wapń czy wodorowęglany gdzie jest bardzo zróżnicowany rozkład udziału procentowego oznaczeń w poszczególnych klasach jakości. W przypadku żelaza, w III klasie jakości jest więcej oznaczeń z poziomów wodonośnych o zwierciadle napiętym, bo aż 78, w stosunku do 46 z poziomów wodonośnych o zwierciadle swobodnym. Podobnie sytuacja wygląda w II klasie jakości dla manganu, gdzie relacja ta wygląda następująco: 113 próbek z poziomów wodonośnych o zwierciadle napiętym i 77 próbek z poziomów wodonośnych o zwierciadle swobodnym.

Analiza wskaźnikowa dla azotanów została przedstawiona oddzielnie.

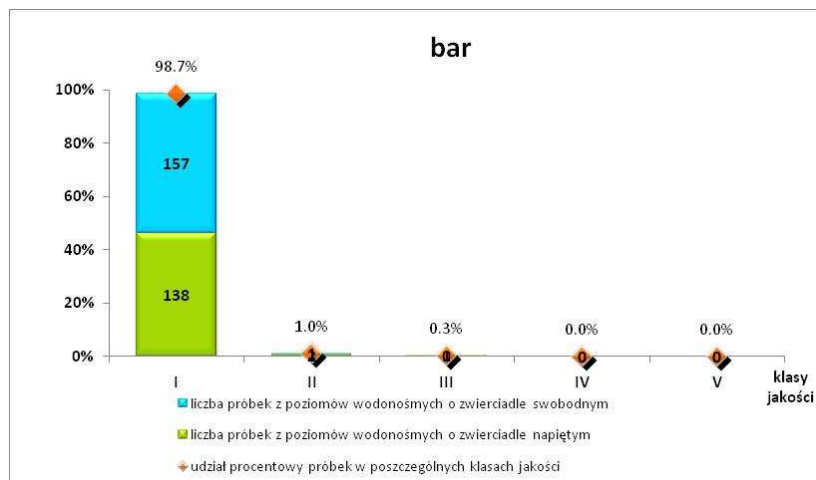
Wśród 188 punktów, w których wartość stężeń poszczególnych wskaźników, zgodnie Rozp. MŚ nr 896 z dnia 23 lipca 2008 mieściły się w granicach stężeń klas jakości I-III, 65 punktów wskazuje stężenia równe bądź wyższe 75% wartości granicznej III klasy jakości (**Tabela 7**), tj. zbliżające się do wartości progowej dla dobrego stanu chemicznego. Podczas, gdy w większości podwyższone stężenia dotyczą jonów żelaza, manganu, węgla organicznego, czyli wskaźników naturalnie występujących w wodach podziemnych, na czerwono wyróżniono 21 punktów monitoringowych, w których podejrzewa się możliwe oddziaływanie presji antropogenicznej zagrażające dobremu stanowi wód i rekomenduje się do dalszego monitoringu.



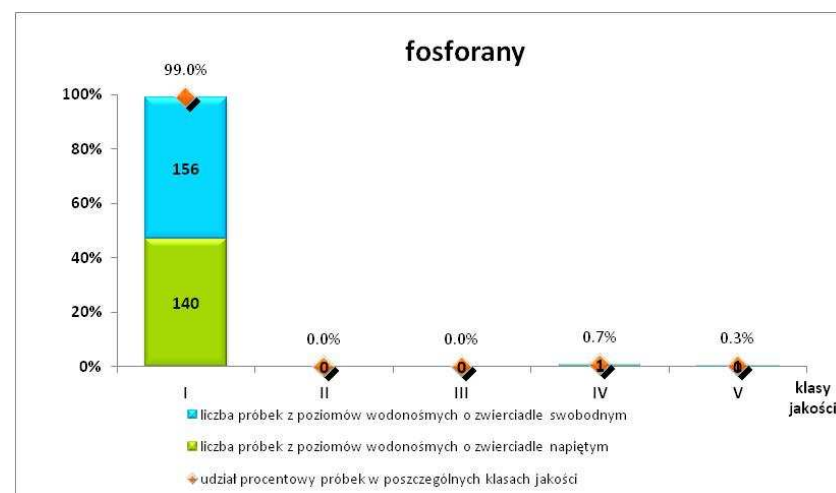
Rysunek 3. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia arsenu, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.



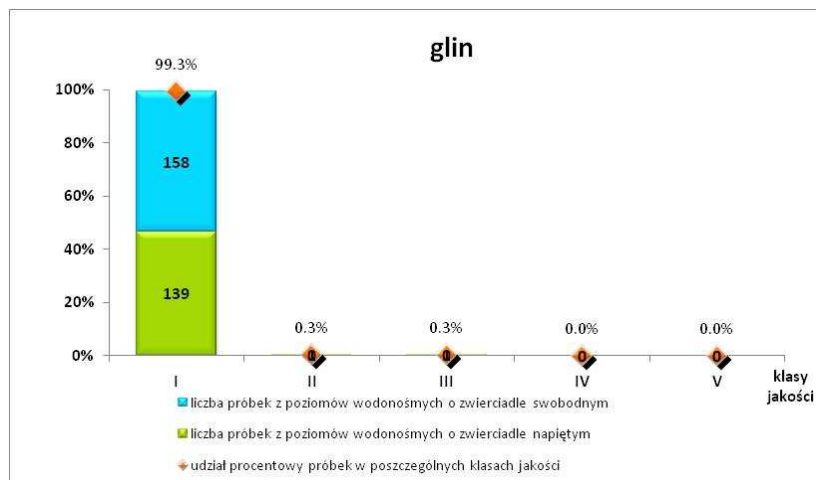
Rysunek 5. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia boru, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.



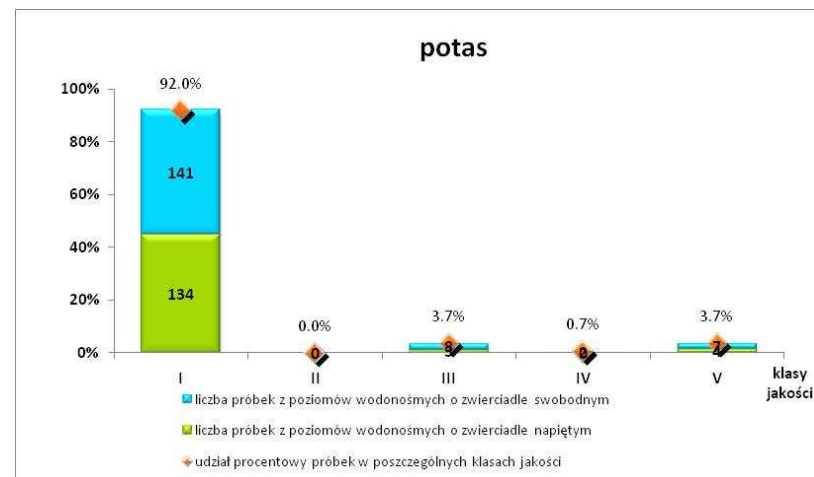
Rysunek 4. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia baru, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.



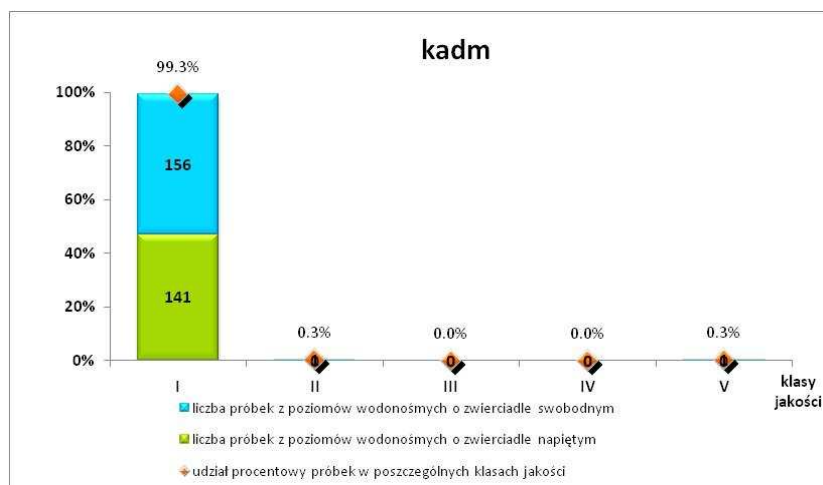
Rysunek 6. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia fosforanów, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.



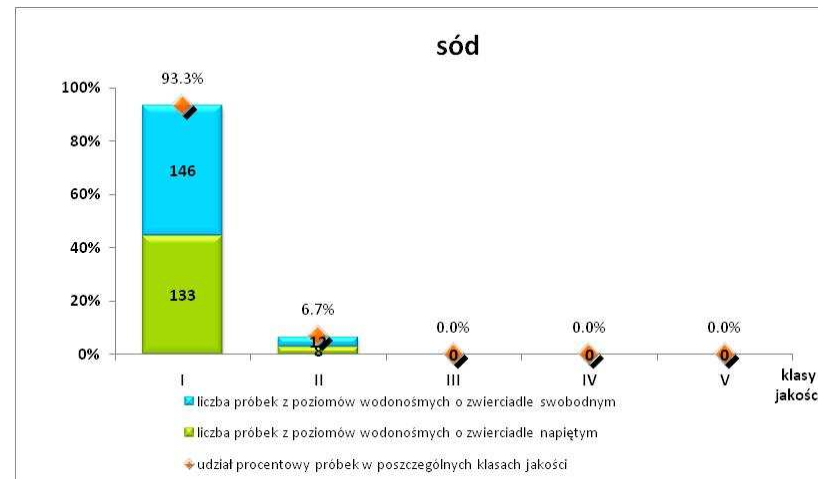
Rysunek 7. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia glinu, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.



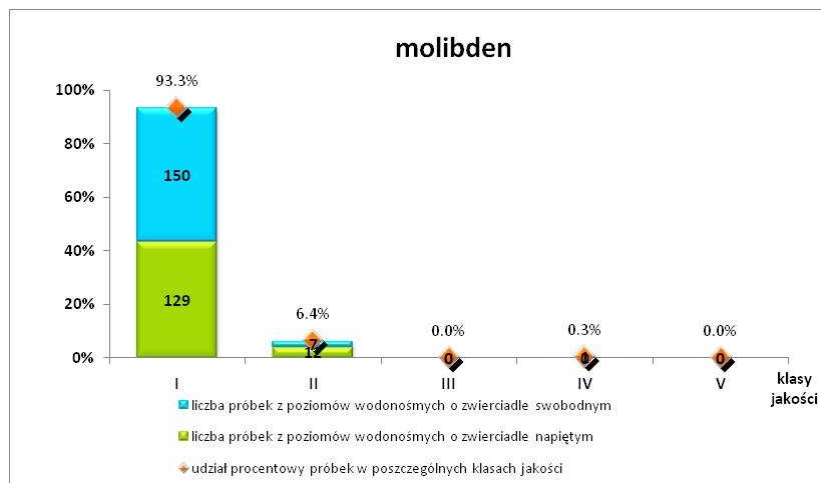
Rysunek 9. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia potasu, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.



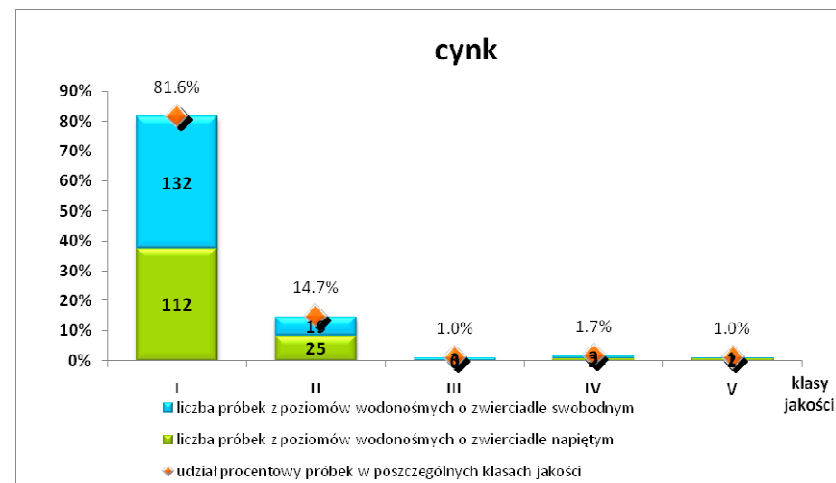
Rysunek 8. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia kadmu, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.



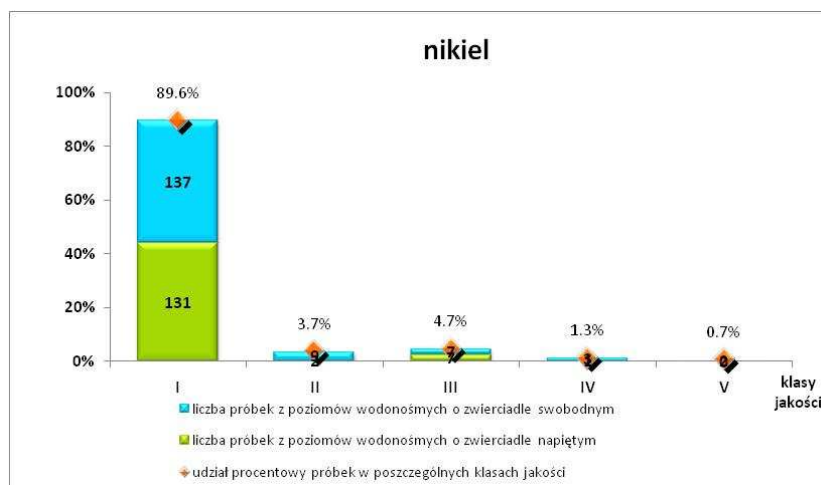
Rysunek 10. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia sodu, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.



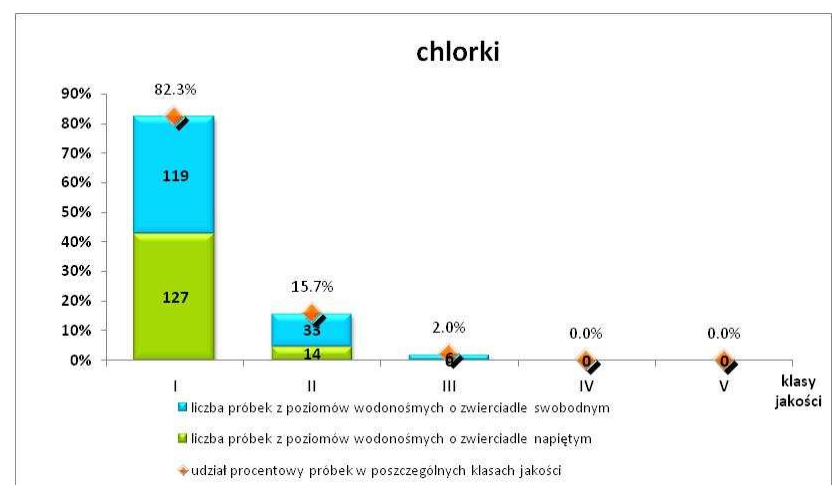
Rysunek 11. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia molibdenu, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.



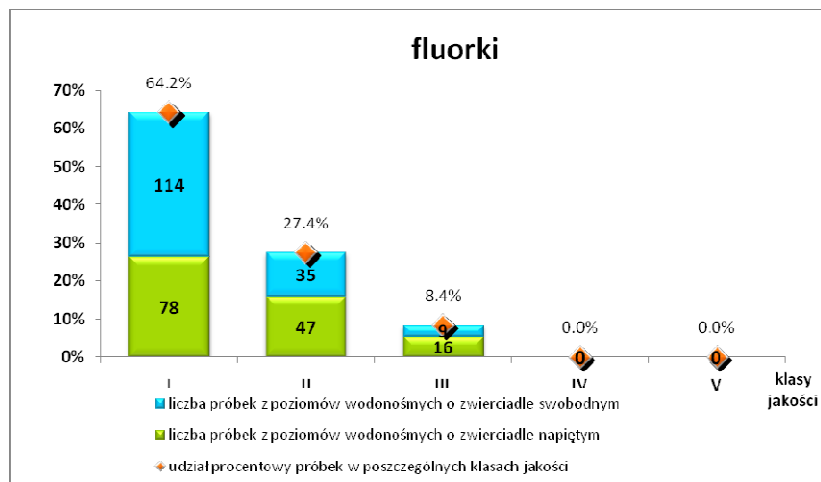
Rysunek 13. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia cynku, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.



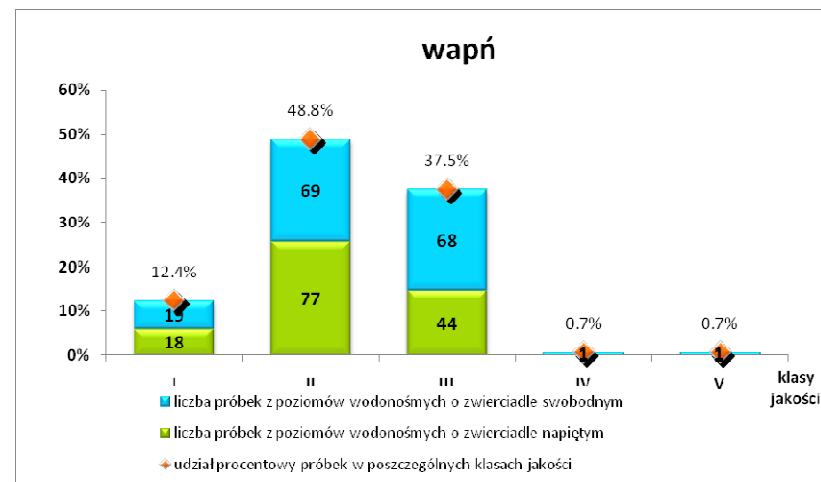
Rysunek 12. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia niklu, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.



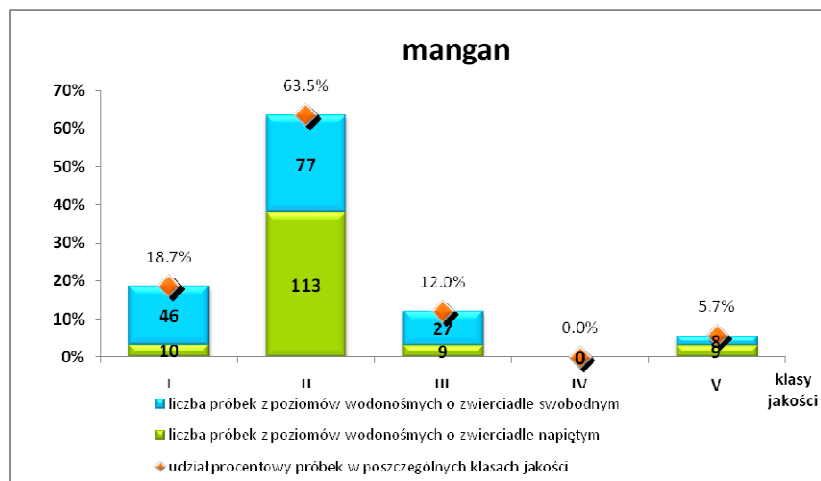
Rysunek 14. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia chlorków, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.



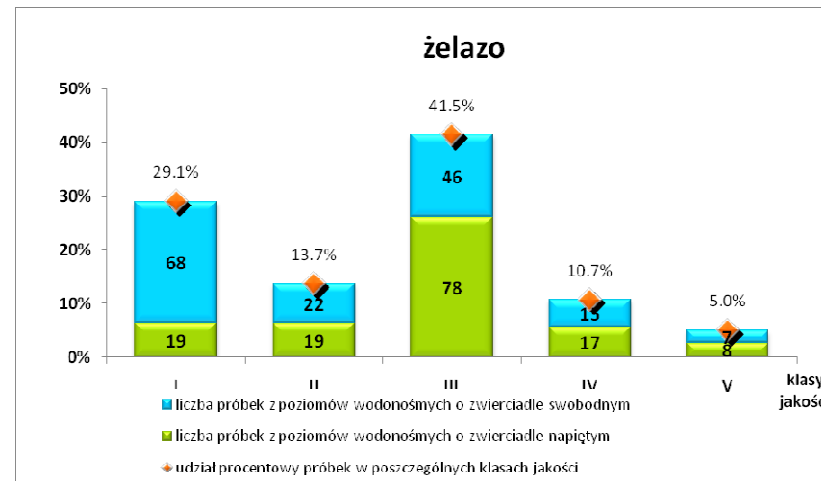
Rysunek 15. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia fluorków, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.



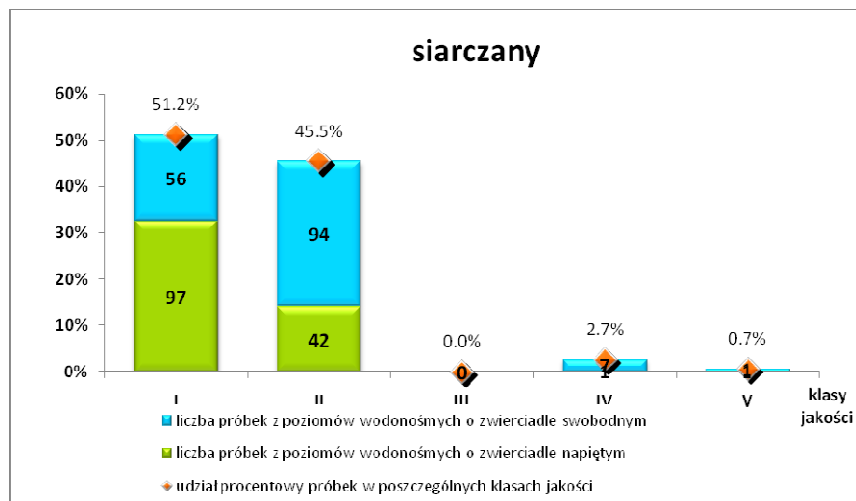
Rysunek 17. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia wapnia, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.



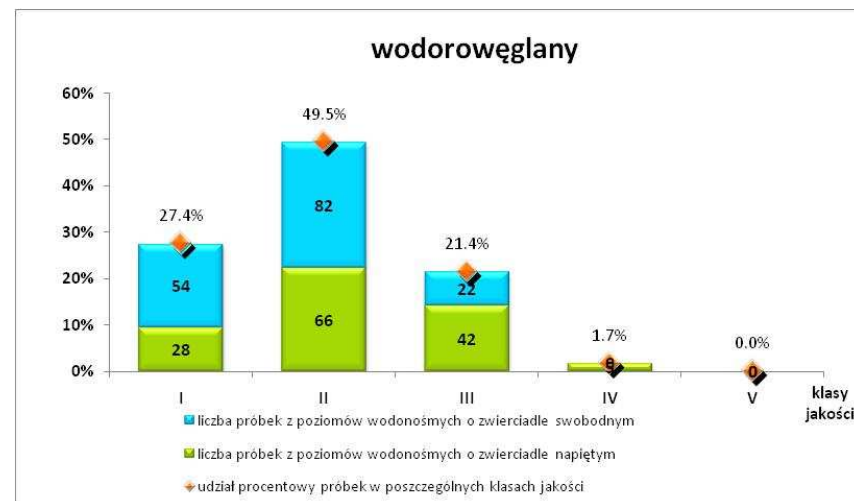
Rysunek 16. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia manganu, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.



Rysunek 18. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia żelaza, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.



Rysunek 19. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia siarczanów, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.



Rysunek 20. Rozkład ilości punktów pomiarowych w klasach jakości I–V, ze względu na stężenia wodorowęglanów, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.

Tabela 7 Zestawienie punktów monitoringowych, w których stężenia poszczególnych wskaźników przekroczyły 75% wartości granicznej III klasy jakości wg Rozp. MŚ nr 896 d dnia 23 lipca 2008 r.

Lp.	Nr JCWPd	Nr punktu	Wskaźniki, których stężenia przekroczyły 75% wartości progowej stanu dobrego (III klasa jakości)
1	1	2695	TOC
2	1	2694	Ca, Cl
3	1	2706	K, F
4	1	P2	TOC
5	13	2513	B, F, SO ₄ , HCO ₃
6	16	2509	NH ₄
7	21	847	Fe
8	21	2517	Fe
9	21	2717	Fe
10	21	1674	HCO ₃
11	21	2514	NH ₄
12	25	2525	Ca
13	25	2522	Ca, HCO ₃ , SO ₄ , K
14	25	2524	HCO ₃
15	25	2217	K
16	39	2531	HCO ₃
17	39	2532	HCO ₃
18	39	2533	HCO ₃
19	39	2534	HCO ₃
20	39	2535	HCO ₃
21	39	2530	Mn, K, HCO ₃
22	47	2167	HCO ₃
23	47	927	HCO ₃ . As
24	49	2539	HCO ₃
25	49	2538	HCO ₃ , NH ₄
26	53	2264	HCO ₃
27	53	2266	HCO ₃
28	62	2562	Ca, SO ₄
29	62	2572	F, HCO ₃ , Fe
30	62	2558	Fe
31	62	2560	Fe
32	62	2547	Fe, Mo
33	62	5	HCO ₃
34	62	2551	NH ₄ , F, HCO ₃ , Fe
35	67	2576	Fe
36	67	2577	Fe
37	68	2581	K
38	73	2595	Ca
39	73	2203	Ca, SO ₄ , Mn
40	73	2605	HCO ₃
41	73	2606	Mn
42	73	2621	Mn
43	73	2556	NH ₄ , F, HCO ₃ , Fe
44	73	2612	SO ₄
45	74	2650	Al
46	74	2623	As, NH ₄

Tabela 7 Zestawienie punktów monitoringowych, w których stężenia poszczególnych wskaźników przekroczyły 75% wartości granicznej III klasy jakości wg Rozp. MŚ nr 896 d dnia 23 lipca 2008 r.

Lp.	Nr JCWPd	Nr punktu	Wskaźniki, których stężenia przekroczyły 75% wartości progowej stanu dobrego (III klasa jakości)
47	74	2638	F
48	74	2646	Fe
49	74	2652	Fe
50	74	2639	Fe, HCO ₃
51	74	2640	HCO ₃
52	74	1143	TOC
53	74	2637	U
54	116	2663	Fe
55	116	2655	NO ₃
56	125	2670	Ca
57	125	2703	NO ₃
58	128	2672	Ni
59	128	2671	NO ₃
60	130	958	Ca, Cl, F
61	130	902	NO ₃
62	131	1704	Mo
63	133	2233	F
64	133	2680	Fe
65	141	2690	K

Ocena stopnia zanieczyszczenia wód podziemnych azotanami

Ocena stopnia zanieczyszczenia wód azotanami wykonana została w oparciu o obowiązujące od 2008 r. kryteria jakości wód podziemnych (Dz. U. 2008 Nr 143, poz. 896) oraz wytyczne Komisji Europejskiej dotyczące klasyfikacji wód podziemnych (Komisja Europejska, 2008). Zbiorcze wyniki tej analizy przedstawione są w tabelach 8 i 9, które wskazują na stosunkowo niskie zawartości azotanów w wodach podziemnych na obszarze badanych JCWPd. Zauważyć należy, że wartości stężeń azotanów mieszczą się w I klasie jakości dla 63,92 % próbek wody pobranych z ujęć o swobodnym zwierciadle wody i aż dla 93,62 % próbek wody z ujęć o napiętym zwierciadle wody, co łącznie daje 77,93% wszystkich badań. Stężenia w zakresie IV i V klasy jakości wystąpiły w 12 próbkach pobranych w punktach o swobodnym zwierciadle wody i 3 próbkach pobranych w punktach o napiętym zwierciadle wody. W odniesieniu do wszystkich zbadanych próbek, 5,02% wykazało stężenia przewyższające 50 mgNO₃/l wartość graniczną przyjętą przez Dyrektywę Azotanową.

Ogółem należy stwierdzić niskie stężenia azotanów w próbkach badanych wód podziemnych są niskie. Zestawienia tabelaryczne oraz graficzna prezentacja rozkładu stężeń azotanów w próbkach monitoringu operacyjnego 2009 z podziałem na klasy jakości określone w Dz. U. 2008 Nr 143, poz. 896 oraz przedziały stężeń wg wytycznych Dyrektywy Azotanowej (91/676/EWG) przedstawiają Tabela 8, Tabela 9, Rysunek 21 oraz Rysunek 22.

Tabela 8. Wyniki badań stężenia azotanów NO₃ w wodach podziemnych z monitoringu operacyjnego w 2009 r., wg klasyfikacji określonej Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r.

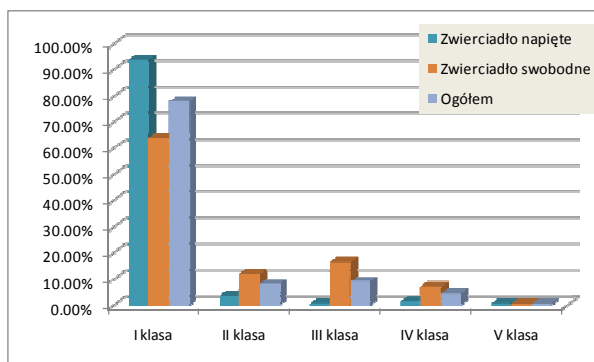
Poziom wodonośny	Σ punktów pomiarowych	Wody o jakości (ilość punktów)				
		DOBREJ			SŁABEJ	
		klasa jakości I	klasa jakości II	klasa jakości III	klasa jakości IV	klasa jakości V
o zwierciadle	158	101	19	26	11	1
o zwierciadle	141	132	5	1	2	1
ogółem	299	233	24	27	13	2

Poziom wodonośny	Σ punktów pomiarowych	Wody o jakości (% liczby punktów)				
		DOBREJ			SŁABEJ	
		klasa jakości I	klasa jakości II	klasa jakości III	klasa jakości IV	klasa jakości V
o zwierciadle	158	63,92	12,03	16,46	6,96	0,63
o zwierciadle	141	93,62	3,55	0,71	1,42	0,71
ogółem	299	77,93	8,03	9,03	4,35	0,67

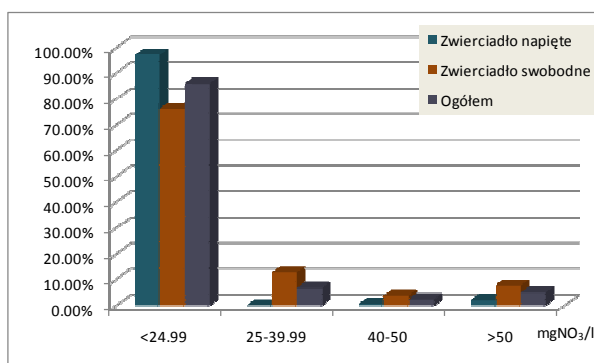
Tabela 9. Wyniki badań stężenia azotanów NO₃ w wodach podziemnych z monitoringu operacyjnego w 2009 r. wg wytycznych Dyrektywy Azotanowej (91/676/EWG).

Poziom wodonośny	Σ punktów pomiarowych	Ilość punktów o stężeniu NO ₃ [mg/dm ³]			
		< 24,99	25–39,99	40–50	> 50
o zwierciadle	158	120	20	6	12
o zwierciadle napiętym	141	137	0	1	3
ogółem	299	257	20	7	15

Poziom wodonośny	Σ punktów pomiarowych	Ilość punktów o stężeniu NO ₃ [mg/dm ³] (%)			
		< 24,99	25–39,99	40–50	> 50
o zwierciadle	158	75,95	12,66	3,80	7,59
o zwierciadle napiętym	141	97,16	0	0,71	2,13
ogółem	299	85,95	6,69	2,34	5,02



Rysunek 21. Procentowy udział punktów pomiarowych w klasach jakości I-V, ze względu na stężenia azotanów, z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.



Rysunek 22. Procentowy udział punktów pomiarowych ze względu na stężenia azotanów, w przedziałach wg wytycznych Dyrektywy Azotanowej (91/676/EWG), z uwzględnieniem charakteru zwierciadła wody.

Ocena wyników oznaczeń organicznych

Analiza wyników oznaczeń organicznych wykonana została dla 36 z 37 punktów opróbowanych podczas monitoringu operacyjnego 2009. Próbkę wody z punktu 2307 odrzucono z analizy, ze względu na to, że bilans jonowy wykazał odchylenie >5%. W każdym punkcie oznaczono po 49 wskaźników organicznych, co łącznie daje 1764 wyników oznaczeń. Zauważono, że stężenie powyżej granicy oznaczalności LOQ badanego wskaźnika zostało stwierdzone w zaledwie 38 z 1764 przypadkach, t.j. w 0,02% wszystkich wykonanych oznaczeniach organicznych (załącznik D).

Na podstawie uzyskanych wyników opracowano ocenę ogólną jakości wód podziemnych w 36 punktach pomiarowych sieci monitoringu operacyjnego 2009 (Tabela 10). Klasyfikacji dokonano zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska w 2008 r., Dz. U. nr 143, poz. 896. Problemem okazały się granice oznaczalności dla wskaźników trichloroetenu i tetrachloroetenu, które znajdują się na poziomie powyżej wartości granicznej III klasy jakości. Zgodnie z założeniem niniejszego opracowania, podczas klasyfikacji próbek wody w klasach jakości I–V, wartości stężeń oznaczone poniżej progu LOQ (<LOQ) traktowane są jako pełne wartości LOQ. Z niniejszego założenia wynika, że wszystkie oznaczenia trichloroetenu i tetrachloroetenu klasyfikują się w III klasie jakości. Należy zauważyć jednak, że we wszystkich punktach monitoringowych, wartości tych stężeń były mniejsze niż wartości LOQ.

W przypadku wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), każdy oznaczany wskaźnik został osobno przeanalizowany w odniesieniu do wartości granicznych określonych w rozporządzeniu Rozp. MŚ nr 896 z dnia 23 lipca 2008 r. Niniejsze porównanie wykazało, że wartości stężeń wszystkich wskaźników z grupy WWA, we wszystkich analizowanych punktach, znalazły się w granicy stężeń właściwych dla I klasy jakości.

W przypadku pestycydów, Rozp. MŚ nr 896 daje możliwość analizy każdego wskaźnika osobno, jak również sumy pestycydów, dla których określono odrębne wartości graniczne stężeń. Z tego względu, najpierw wszystkie poszczególne wskaźniki organiczne z grupy pestycydów zostały przeanalizowane w odniesieniu do wartości granicznych dla pojedynczego wskaźnika, a w kolejnym kroku dokonano agregacji wszystkich oznaczeń pestycydów, które porównano z wartościami granicznymi dla „sumy pestycydów”. Niniejsza analiza wykazała brak przekroczeń stężeń I klasy jakości zarówno w przypadku analizy poszczególnych pestycydów jak również dla sumy 30 wskaźników.

Tabela 10. Ogólna ocena jakości wód podziemnych w 36 punktach pomiarowych sieci monitoringu operacyjnego 2009 r. na podstawie wyników badań wskaźników organicznych wg Rozp. MŚ, Dz.U. nr 143, poz. 896.

Ogólna charakterystyka punktu monitoringu operacyjnego wód podziemnych										Klasyfikacja jakości – stanu – wód podziemnych wg badań w sieci monitoringu operacyjnego w 2009 r.						
Nr MONBADA	Miejscowość	Woj.	RZGW	Nr JCWPd	Strat.	Gł.str.	Wody	Typ ośrodka	Użytkowanie terenu	Ocena według wskaźników fizykochemicznych	Ocena według wskaźników organicznych, 2009					
										Klasa ogółem	Klasa IV–V	Benzo[A] Piren	Poszczególne WWA	Pestycydu (Suma)	Trichloroeten	Tetrahaloroeten
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2502	Gać	POM	Gdańsk	11	Q	4,5	S	1	2	V	NH ₄ ,Zn,TOC	I	I	I	III	III
2507	Boręty	POM	Gdańsk	13	Q	11	S	1	3	V	NH ₄ ,Zn	I	I	I	III	III
778	Gdańsk	POM	Gdańsk	15	Q	2	S	1	5	III		I	I	I	III	III
2506	Ząbrowo	POM	Gdańsk	16	Q	16	N	1	1	IV	NH ₄ ,TOC	I	I	I	III	III
2509	Stegna	POM	Gdańsk	16	Q	20	N	1	7	III		I	I	I	III	III
2515	Pozezdrze	WMZ	Warszawa	21	Q	6,5	S	1	7	III		I	I	I	III	III
2516	Brożówka	WMZ	Warszawa	21	Q	31,5	N	1	2	III		I	I	I	III	III
2526	Żalęcino	ZPM	Szczecin	25	Q	6	S	1	3	III		I	I	I	III	III
2513	Stara Kościelnica	POM	Gdańsk	30	Q	1,7	S	1	7	III		I	I	I	III	III
230	Straduń	WLP	Poznań	36	Q	0	Z	1	7	V	HPO ₄ ,K	I	I	I	III	III
938	Jagodowo	KPM	Gdańsk	37	Q	3,3	S	1	1	III		I	I	I	III	III
2536	Robakowo	KPM	Gdańsk	39	Q	3,3	S	1	7	V	K,NO ₃	I	I	I	III	III
2708	Brzoza	KPM	Poznań	43	Q	10	S	1	1	II		I	I	I	III	III
2194	Łęgowo	KPM	Gdańsk	44	Q	1	S	1	5	IV	SO ₄	I	I	I	III	III
2167	Wymysle Polskie	MAZ	Warszawa	47	Q	2,9	S	1	3	III		I	I	I	III	III
17	Pniewnik	MAZ	Warszawa	53	Q	3,3	S	1	7	IV	NO ₃	I	I	I	III	III
23	Kąty Czemickie	MAZ	Warszawa	53	Q	55	N	1	3	III		I	I	I	III	III
2342	Strzegów	LBU	Wrocław	67	Q	2	S	1	3	III		I	I	I	III	III
2604	Gostyń	WLP	Poznań	73	Q	1,5	S	1	1	IV	Ca,SO ₄	I	I	I	III	III
2624	Bartniki	DLS	Wrocław	74	Q	10,5	S	1	3	IV	NH ₄	I	I	I	III	III
370	Wrzoski	OPO	Wrocław	116	Q	2	S	1	3	IV	TOC	I	I	I	III	III
616	Groszowice	OPO	Wrocław	116	Q	2,3	S	1	5	V	K,NO ₃	I	I	I	III	III
1868	Dobrzeń Mały	OPO	Wrocław	116	Q	1,5	S	1	3	V	K,NO ₃	I	I	I	III	III
2664	Tamów Opolski	OPO	Wrocław	116	T2	9,3	S	2	3	IV	NO ₃	I	I	I	III	III
51	Solarnia	SLA	Wrocław	116	Q	0,2	S	1	3	III		I	I	I	III	III
499	Chmielnik	SWI	Kraków	122	M	15,3	S	2	7	III		I	I	I	III	III
2665	Tursko Małe	SWI	Kraków	122	Q	9,5	N	1	3	IV	NH ₄	I	I	I	III	III
2666	Osiek	SWI	Kraków	125	Q	4	S	1	6	IV	SO ₄ ,TOC	I	I	I	III	III

Tabela 10. Ogólna ocena jakości wód podziemnych w 36 punktach pomiarowych sieci monitoringu operacyjnego 2009 r. na podstawie wyników badań wskaźników organicznych wg Rozp. MŚ, Dz.U. nr 143, poz. 896.

Ogólna charakterystyka punktu monitoringu operacyjnego wód podziemnych										Klasyfikacja jakości – stanu – wód podziemnych wg badań w sieci monitoringu operacyjnego w 2009 r.						
Nr MONBADA	Miejscowość	Woj.	RZGW	Nr JCWPd	Strat.	Gł.str.	Wody	Typ ośrodka	Użytkowanie terenu	Ocena według wskaźników fizykochemicznych		Ocena według wskaźników organicznych, 2009				
										Klasa ogółem	Klasa IV–V	Benzo[A] Piren	Poszczególne WWA	Pestycydu (Suma)	Trichloroeten	Tetrahaloroeten
621	Bogdanowice	OPO	Gliwice	128	Q	7	S	1	7	IV	NO3	I	I	I	III	III
1704	Tarnowskie Góry	SLA	Wrocław	131	T2	67,7	N	2	7	II		I	I	I	III	III
2230	Będzin	SLA	Gliwice	132	T2	20,3	S	2	6	IV	NO3,SO4	I	I	I	III	III
2677	Świerklaniec	SLA	Gliwice	132	T2	14	S	2	7	II		I	I	I	III	III
2686	Katowice	SLA	Gliwice	134	Q	13	S	1	7	IV	Ni,pH	I	I	I	III	III
873	Tychy	SLA	Gliwice	141	C2	28	S	2	3	II		I	I	I	III	III
2683	Szczakowa	SLA	Gliwice	146	C	11,8	S	2	7	III		I	I	I	III	III
2249	Oświęcim	MLP	Kraków	148	Q	9,8	S	1	7	IV	NH4	I	I	I	III	III

Objaśnienia skrótów:

Woj. – województwo: DLS – DOLNOŚLĄSKIE; KPM – KUJAWSKO POMORSKIE; LBU – LUBUSKIE; MAZ – MAZOWIECKIE; MLP – MAŁOPOLSKIE; OPO – OPOLSKIE; POM – POMORSKIE; SLA – ŚLĄSKIE; SWI – ŚWIĘTOKRZYSKIE; WLP – WIELKOPOLSKIE; WMAZ – WARMIŃSKO MAZURSKIE; ZPM – ZACHODNIOPOMORSKIE;

STRAT. – stratygrafia utworów warstwy wodonośnej, symbol;

Gł.str. – głębokość stropu ujętej warstwy wodonośnej, mppt;

Wody – typ warstwy wodonośnej: N – o zwierciadle napiętym, S – o zwierciadle swobodnym; Z – źródła;

Typ ośrodka – typ warstwy wodonośnej: 1 porowy; 2 porowo-szczelinowy;

Użytkowanie terenu – dominujący w promieniu 100m od punktu pomiarowego sposób użytkowania terenu: 1 Lasy; 2 Użytki zielone; 3 Grunty orne z przewagą gospodarki rozdrobnionej; 5 Nieużytki naturalne; 6 Nieużytki antropogeniczne; 7 obszary zabudowane;

Klasa – wg wskaźników fizykochemicznych 2009 – ocena jakości w punkcie sieci monitoringu w oparciu o wskaźniki fizykochemiczne wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r., Dz. U. nr 143 poz. 896;

Klasa – wg wskaźników organicznych 2009 – ocena jakości w 36 punktach sieci monitoringu w oparciu o wskaźniki organiczne(benzo/a/piren, WWA, pestycydy, trichloroeten, tetrachloroeten) wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r., Dz. U. nr 143 poz. 896;

WWA – wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), dotyczy poszczególnych 17 wskaźników z wyłączeniem benzo(a)pirenu;

Suma pestycydów, Σ – suma pestycydów fosforoorganicznych (10 wskaźników) oraz pestycydów chloroorganicznych (20 wskaźników);

4.2. Ocena stanu chemicznego wód JCWPd zagrożonych nieosiągnięciem dobrego stanu

Ocena stanu chemicznego wód podziemnych wg danych z 2009 r. została wykonana dla następujących jednolitych części wód podziemnych: nr 1, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 21, 25, 26, 27, 36, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 45, 47, 49, 53, 62, 67, 68, 73, 74, 88, 89, 92, 105, 116, 122, 123, 124, 125, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 137, 138, 141, 146, 148 i 149 (Tabela 5). Wymienione powyżej jednolite części wód podziemnych poddano szczegółowej analizie w odniesieniu do stężeń 42 parametrów fizykochemicznych, dla których wartości stężeń w granicach stanu chemicznego „dobrego” lub „słabego” określa Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. (Dz. U. nr 143, poz.896).

Podczas analizy stwierdzono, że w przypadku 12 JCWPd o numerach: 11, 12, 17, 26, 27, 37, 38, 45, 89, 92, 105 i 123 pomimo opróbowania w obrębie jednostki, zebrane informacje ograniczają wykonanie pełnej interpretacji dla całej JCWPd, dlatego wykonana dla nich ocena opatrzona została komentarzem o niskiej wiarygodności oceny.

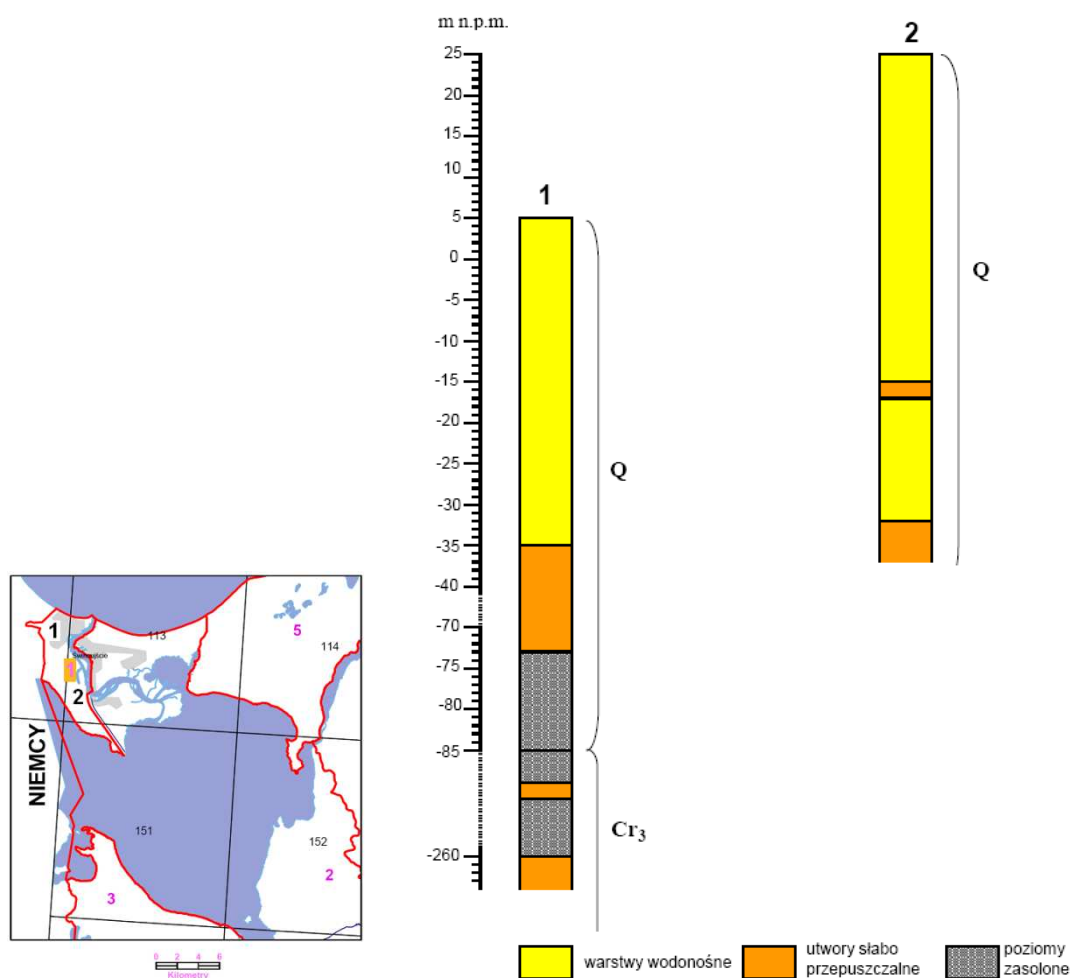
Przegląd opracowań dotyczących analizy presji i wpływów zanieczyszczeń antropogenicznych na wody podziemne i powierzchniowe (Herbich *et al.*, 2007; Maciejewski *et al.*, 2007) wykazał, że w przypadku ocenianych JCWPd nie potwierdzono występowania presji antropogenicznej.

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).

Główny użytkowy poziom wodonośny na obszarze JCWPd nr 1 występuje w piaszczystych osadach plejstoceniowych (obszar wysoczyzny plejstoceniowej w północno-zachodniej części jednostki) i plejstoceno-holoceniowych utworach piaszczysto-żwirowych.

Na obszarze wysoczyzny występuje jeden poziom wodonośny w serii piaszczystych utworów plejstoceniowych. Poziom ten, w miejscach występowania nieciągłego przewarstwienia gliny zwałowej, może ulegać lokalnemu rozdzieleniu. 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.



Rysunek 23. Profile geologiczne i ich lokalizacja w obrębie JCWPd nr 1. Źródło: PSH

Na pozostałym obszarze JCWPd nr 1 występuje jeden plejstoceno-holocenoński 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 rozdzielenie poziomu na dwie lub trzy warstwy wodonośne:

- dolną, plejstocenońską o dobrej przepuszczalności;
- środkową, plejstoceno-holocenońską, półprzepuszczalną; oraz
- górną holocenońską 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.

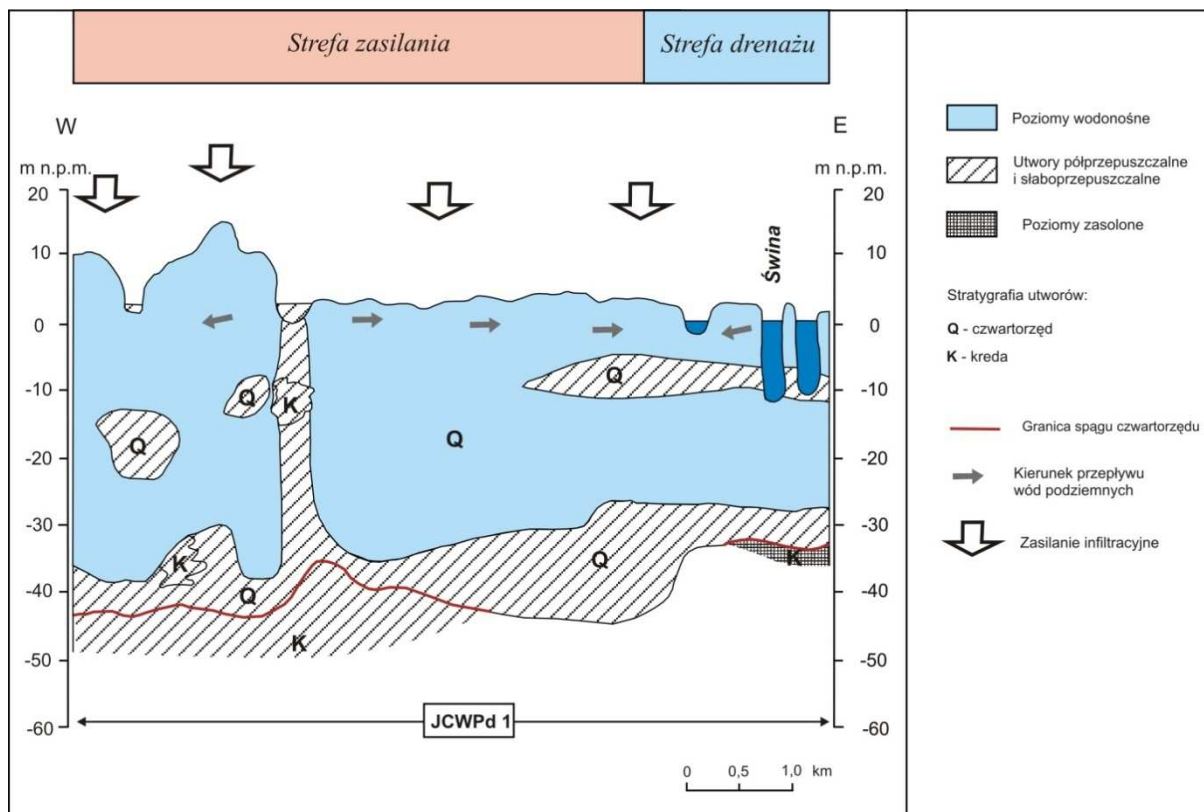
Zasilanie wód podziemnych odbywa się drogą bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych.

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.

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 wodonośne w utworach czwartorzędowych łączą 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 wód słonych została zauważona również w osadach czwartorzędowych.



Rysunek 24. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 1

Tabela 11. Charakterystyka JCWPd nr 1

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2004 r.)	Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2007 r.)	Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2008 r.)	Ocena stanu ilościowego (wg danych z 2008 r.)
				Stratygrafia	Udział [%]				
42,06	Odra	Q(1-2) – (K ^z)	Q	Q	100	SLABA	SLABA	SLABA	SLABA

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 ascensji wód zasolonych z podłoża oraz ingresja wód zasolonych z Bałtyku.

Ocena stanu chemicznego: Podczas monitoringu operacyjnego w 2009 r. opróbowano 8 punktów pomiarowych w obrębie JCWPd nr 1. Wszystkie otwory badawcze zafiltrowane są w warstwie czwartorzędowej. W sześciu z nich, głębokość do stropu warstwy wodonośnej sięga zaledwie kilka metrów. W pozostałych otworach, głębokość do stropu warstwy wodonośnej wynosi więcej niż 20 m (Tabela 12). Analiza fizykochemiczna wykazała, że płytkie wody poziomu czwartorzędowego wykazują podwyższone stężenia jonów NH₄ i węgla organicznego (TOC). W ocenie punktowej, w trzech obiektach monitoringowych o numerach P1, P6 i P-7, pobrane próbki wody zaklasyfikowano do V klasy jakości. Lokalizacje piezometrów P6 (rejon Kanału Torfowego) oraz P7 (sąsiedztwo kompleksu podmokłej olszyny) oraz brak podwyższonych stężeń innych badanych wskaźników fizykochemicznych sugerują, że podwyższone wartości jonów NH₄ i TOC można tłumaczyć przyczynami naturalnymi, związanymi z nagromadzeniem substancji organicznych w formacjach geologicznych (70 cm warstwa torfów została zidentyfikowana w przekroju geologicznym piezometru P1). Próbkę wody pobrane z punktów monitoringowych, w których głębokość do warstwy wodonośnej wynosi ok. 20 m zostały zaklasyfikowane do II i III klasy jakości. W punktach 2695, 2694, 2706 i P2 wartości stężeń pojedynczych wskaźników (Tabela 7) przekroczyły 75% wartości granicznej III klasy jakości, a więc wartości progowej dla dobrego stanu chemicznego. Średnie stężenia poszczególnych jonów wyliczone na podstawie wyników ze wszystkich punktów monitoringowych w jednostce, nie przekroczyły wartości granicznych III klasy jakości dla żadnego z badanych wskaźników. Pozwala to stwierdzić, że ogólny stan chemiczny wód podziemnych w JCWPd nr 1 w roku 2009 był dobry. Nie mniej jednak wartości średnie stężeń węgla organicznego i jonów NH₄ przekroczyły 75% wartości granicznej III klasy jakości.

Wynik oceny stanu chemicznego w roku 2009 różni się od oceny stanu chemicznego w latach poprzednich. Zauważyć należy, że w roku 2009, ze względu na przyjęte założenie odrzucenia próbek wody, w których obliczony błąd analizy B wyniósł > 5%, z oceny stanu jednostki wykluczono dwa punkty o numerach 2696 i 2697, które w latach poprzednich były brane pod uwagę podczas oceny stanu chemicznego a wykazują wysoką mineralizację, w szczególności bardzo wysokie stężenia jonów Cl i Na. Aby dokonać analizy laboratoryjnej na tych próbkach, w laboratorium musiało rozcieńczyć próbki od 2 do 10 razy, co automatycznie zwiększa granice oznaczalności metod analitycznych i zmniejsza precyzję pomiarów, mając jednocześnie wpływ na wysokość błędu analizy. Podczas oceny stanu chemicznego wg danych z roku 2009 stwierdzono, że wyniki oznaczeń z tych próbek nie są porównywalne z wynikami oznaczeń z pozostałych próbek w jednostce.

Tabela 12. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 1

Nr MONBADA	Głębokość ww. strop [m]	Stratygrafia	Ocena klasy jakości w punkcie	Ocena stanu JCWPd wg stężeń w warstwach wodonośnych		Ocena stanu chemicznego JCWPd (wg danych z 2009 r.)
				Ocena stanu chemicznego	Wskaźniki w zakresie stężeń dla IV i V klasy jakości	
P6	0,1	Q	V	DOBRA		DOBRA
P1	0,3	Q	V			
P2	0,3	Q	III			
2694	1,5	Q	III			
2706	2	Q	III			
P-7	4	Q	V			
1582	20	Q	II			
2695	22,6	Q	III			

Jednolita część wód podziemnych nr 11

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 11 znajduje się na obszarze dorzecza rzek Słupi, Łupawy i Leby, w regionie wodnym Dolnej Wisły. Powierzchnia jednostki wynosi około 4 097,22 km². Aktywna strefa wymiany wód sięga tu utworów górnej kredy. Głębokość, do której stwierdzono występowanie wód słodkich wynosi około 300 m z wyjątkiem rejonu Słupska, gdzie wody słodkie występują do głębokości 120–150 m.

Na obszarze jednostki wyróżnia się cztery poziomy wodonośne tworzące spójny system wód podziemnych. Są to: czwartorzędowy poziom gruntowy wysoczyzny, czwartorzędowy poziom międzymorenowy dolny, poziom czwartorzędowy międzymorenowy dolin kopalnych oraz poziom kredowy (Rysunek 25 i Rysunek 26).

Poziom pierwszy - czwartorzędowy poziom gruntowy wysoczyzny, łączący się z poziomem międzymorenowym górnym i poziomem dolinnym, występuje powszechnie na obszarze całej omawianej jednostki. Poziom ten tworzą piaszczysto-żwirowe osady morskie, rzeczne i wodnolodowcowe. Miąższości osadów wahają się w granicach od 1 m do około 25 – 30 m, najczęściej jednak nie przekraczają 15 m. Największe wartości osiąga miąższość w miejscach, gdzie poziom gruntowy łączy się z poziomem międzyglinowym górnym oraz w dolinach rzecznych. Zwierciadło wody ma na ogół charakter swobodny i tylko lokalnie jest nieznacznie napięte. Występuje ono na zróżnicowanych głębokościach od niewielkich, mieszczących się w granicach 1 – 3 m w pasie nadmorskim i niektórych dolinach rzecznych do kilkunastu, a lokalnie nawet do 25 – 40 i powyżej 40 m p. p. t. na wysoczyznach. Zasilanie poziomu gruntowego następuje przez bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych. Brak naturalnej izolacji od powierzchni sprawia, że poziom ten jest podatny na przenikanie zanieczyszczeń wraz z infiltrującymi wodami opadowymi. Bardzo lokalnie w rejonach najwyższych wyniesień powierzchni podczwartorzędowej wody tego poziomu mogą się kontaktować z wodami miocenu.

Poziom drugi to czwartorzędowy poziom międzymorenowy dolny. Budują go piaszczysto-żwirowe osady wodnolodowcowe lub rzeczne powstałe podczas zlodowaceń środkowopolskich i południowopolskich. Poziom międzymorenowy dolny zalega na zróżnicowanej głębokości od 20 do 50 m w części północnej i środkowej

omawianej jednostki do 50–100 m w części południowej. Średnia miąższość warstw wodonośnych wynosi 20–30 m. Lokalnie, w obrębie przegłębień podłoża może przekraczać 50 m. Zwierciadło wody ma charakter naporowy. Międzymorenowy dolny poziom wodonośny w wielu miejscach wykazuje łączność hydrauliczną z niżej położonym poziomem znajdującym się w utworach piaszczystych miocenu.

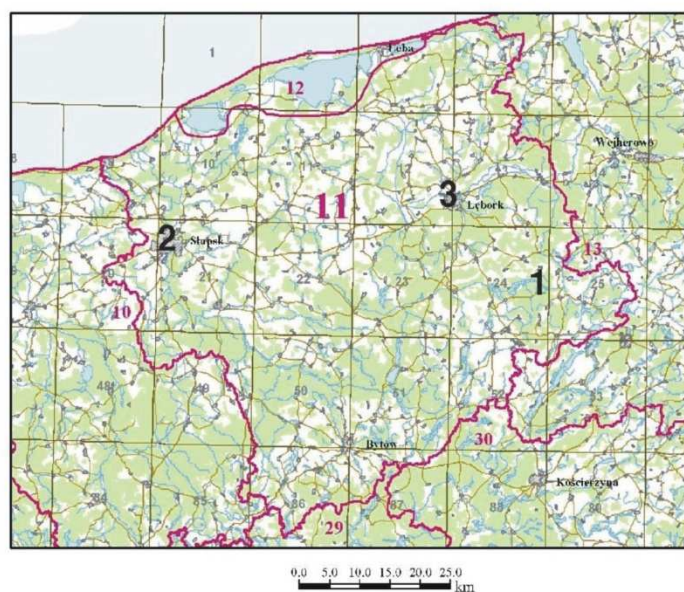
Trzeci poziom czwartorzędowy międzymorenowy dolin kopalnych jest poziomem występującym lokalnie w przegłębieniach podłoża podczwartorzędowego. Utwory wodonośne reprezentowane są głównie przez piaski drobno- i średnioziarniste, niekiedy z przewarstwieniami gliniastymi oraz otoczkami i żwirem. Miąższość tych osadów osiąga maksymalnie 30 m. Osady tego poziomu wykazują łączność hydrauliczną z poziomem miocenijskim lub oligocenijskim.

Miocenijski (M) poziom wodonośny budują piaski drobnoziarniste lub średnioziarniste z pyłem węgla brunatnego, przewarstwione mułkami i iłami. Miąższość tych osadów waha się od 10–15 m na Pojezierzu Kaszubskim do ponad 30 m na Wysoczyźnie Damnickiej. Na obszarze Wysoczyzny Żarnowieckiej i Wybrzeżu Słowińskim miąższość miocenijskich utworów wodonośnych waha się od kilku do ponad 50 m. Tak duża zmienność miąższości osadów miocenijskich jest wynikiem silnych zaburzeń glacytektonicznych. Lokalnie osady miocenijskie pozostają w łączności hydraulicznej z osadami czwartorzędownymi.

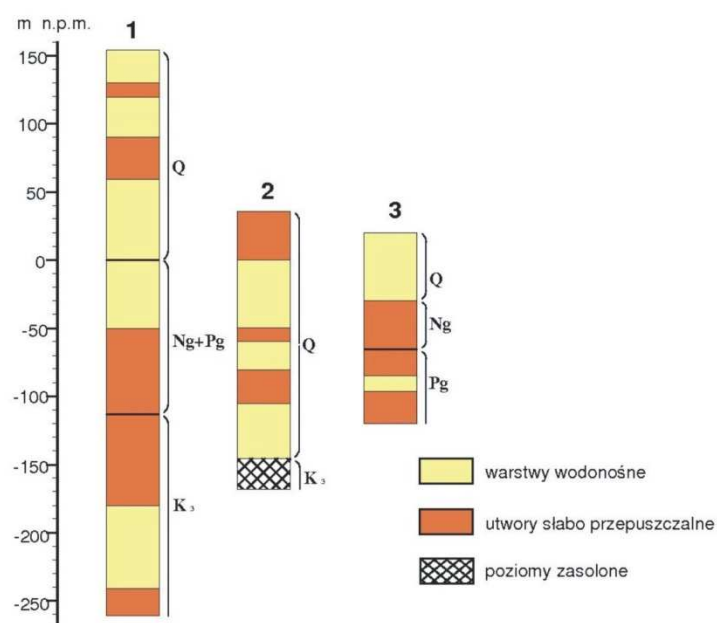
Oligocenijski (Ol) poziom wodonośny tworzą piaski drobno- i średnioziarniste glaukonitowe o miąższości od kilku do kilkunastu metrów. Zwierciadło wody tego poziomu jest zwierciadłem o charakterze subartezyjskim. Zasilanie poziomu oligocenijskiego następuje na drodze przesączania z wyżej położonego poziomu miocenijskiego i poziomów czwartorzędownych. Omawiany poziom wodonośny ma charakter wodonośny w strefie nadmorskiej, gdzie eksploatowany jest w Uście i Dębinie.

Kredowy (K) poziom wodonośny występuje w szczelinach i kawernach w obrębie margli i wapieni oraz w piaskach drobno- i średnioziarnistych, a także piaskowcach przewarstwionych wapieniami, marglami, mułkami i mułowcami kredy górnej. Średnia miąższość strefy spękanej wynosi od 10 do 30 m. Wody poziomu kredowego pozostają pod ciśnieniem subartezyjskim lub artezyjskim.

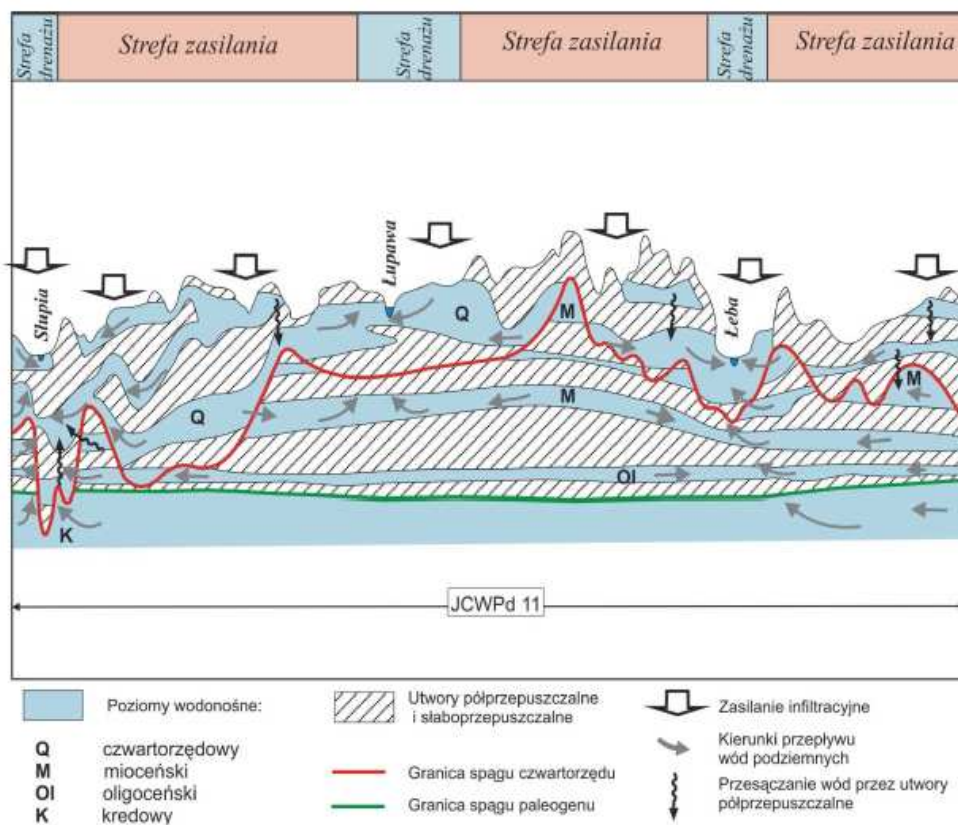
Główne obszary zasilania dla JCWPd nr 11 znajdują się na wysoczyznach: Damnickiej, Żarnowieckiej i Polanowskiej oraz na Pojezierzu Bytowskim i Kaszubskim. Zasilanie poziomów wodonośnych na obszarach wysoczyzn odbywa się przede wszystkim w wyniku infiltracji wód opadowych. Głębsze poziomy wodonośne zasilane są głównie przez przesiąkanie międzypoziomowe. Jest ono ułatwione w obszarach, na których znajdują się okna hydrogeologiczne. Mniejsze znaczenie dla zasilania ma infiltracja brzegowa i denną występująca w niektórych odcinkach dolin cieków powierzchniowych oraz w misach niektórych jezior. Głównymi bazami drenażu na omawianym terenie są pradolina Łeby, Nizina Gardnieńsko-Łebska oraz doliny Słupi i Łupawy. Z głównymi bazami drenażu łączy się sieć lokalnych baz drenażu, którymi są misy jezior przepływowych i głęboko wcięte w podłoże doliny dopływów tych rzek. Sieć drenażu uzupełniają doliny kopalne i marginalne, powstałe w różnych okresach plejstocenu. Część podziemnego odpływu górnokredowo–kenozoicznego systemu wód słodkich uchodzi bezpośrednio do Bałtyku.



Profile:



Rysunek 25. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 11. Źródło: PSH



Rysunek 26. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 11. Źródło: PSH

Tabela 13. Charakterystyka JCWPd nr 11

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2004 r.)	Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2007 r.)	Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2008 r.)	Ocena stanu ilościowego (wg danych z 2008 r.)
				Stratygrafia	Udział [%]				
4 097,22	Wisła	Q1-3 - (Ng), (Pg), (K) ^z	Q	Q	90	DOBRA	DOBRA	DOBRA*	DOBRA

*niska wiarygodność oceny

W JCWPd nr 11 nie występują obszary szczególnie narażone na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzenia rolniczego. Istotnym problemem jednostki jest niedostateczna sanitacja obszarów wiejskich i rekreacyjnych.

Ocena stanu chemicznego: W ramach monitoringu operacyjnego 2009 r., na obszarze JCWPd nr 11 opróbowano dwa punkty pomiarowe o numerach 2501 i 2502. Punkt 2502 jest to punkt płytki, o głębokości do stropu warstwy wodonośnej 4,5 m, charakteryzujący się swobodnym zwierciadłem wody. Punkt ten reprezentuje pierwszy z wymienionych poziomów wodonośnych, który ze względu na swą głębokość zalegania warstwy wodonośnej jest bardzo podatny na zanieczyszczenia. Natomiast głębokość warstwy wodonośnej w punkcie 2501 wynosi 48 m i jest to punkt o zwierciadle napiętym, co sugeruje, że jest on reprezentatywny dla drugiego bądź też trzeciego poziomu wodonośnego.

Wyniki badań parametrów fizykochemicznych wykazały podwyższone stężenia jonów NH₄, Zn, Fe i węgla organicznego (TOC) w płytszym poziomie wodonośnym, mogących mieć źródło zarówno geogeniczne jak i

antropogeniczne. Wynikiem wysokich stężeń jonów NH_4 , Zn, Fe i węgla organicznego (TOC) jest zaklasyfikowanie próbki wody z punktu 2502 do V klasy jakości (Tabela 14). Wyniki analiz fizykochemicznych próbki wody pobranej z punktu 2501 nie wskazują na zanieczyszczenie tego poziomu wodonośnego oraz pozwalają na zaklasyfikowanie jej do II klasy jakości.

Średnie stężenia poszczególnych jonów wyliczone w oparciu o wyniki z dwóch punktów monitoringowych w jednostce, przekroczyły wartości graniczne III klasy jakości w przypadku jonów żelaza, NH_4 i TOC. Brak zidentyfikowanej presji antropogenicznej na obszarze JCWPd nr 11 oraz brak przekroczeń granicznych wartości stężeń innych wskaźników fizykochemicznych analizowanych podczas monitoringu operacyjnego 2009, wskazuje na geogeniczny charakter jonów żelaza, amoniaku i węgla organicznego. Ponadto, poziomem użytkowym w obrębie jednostki są poziomy międzymorenowy i dolinny, *i.e.* głębsze warstwy czwartorzędowe, które w przypadku monitoringu 2009 reprezentowane są przez punkt monitoringowy (2501), w którym jakość wody została zaliczona do II klasy jakości. Ogólna ocena stanu jednostki jest więc dobra, choć mała ilość punktów pomiarowych sprawia, że jest ona mało wiarygodna. Należy zauważyć także, że średnia wartość cynku w jednostce przekracza 75% wartości progowej dla dobrego stanu chemicznego.

Tabela 14. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 11

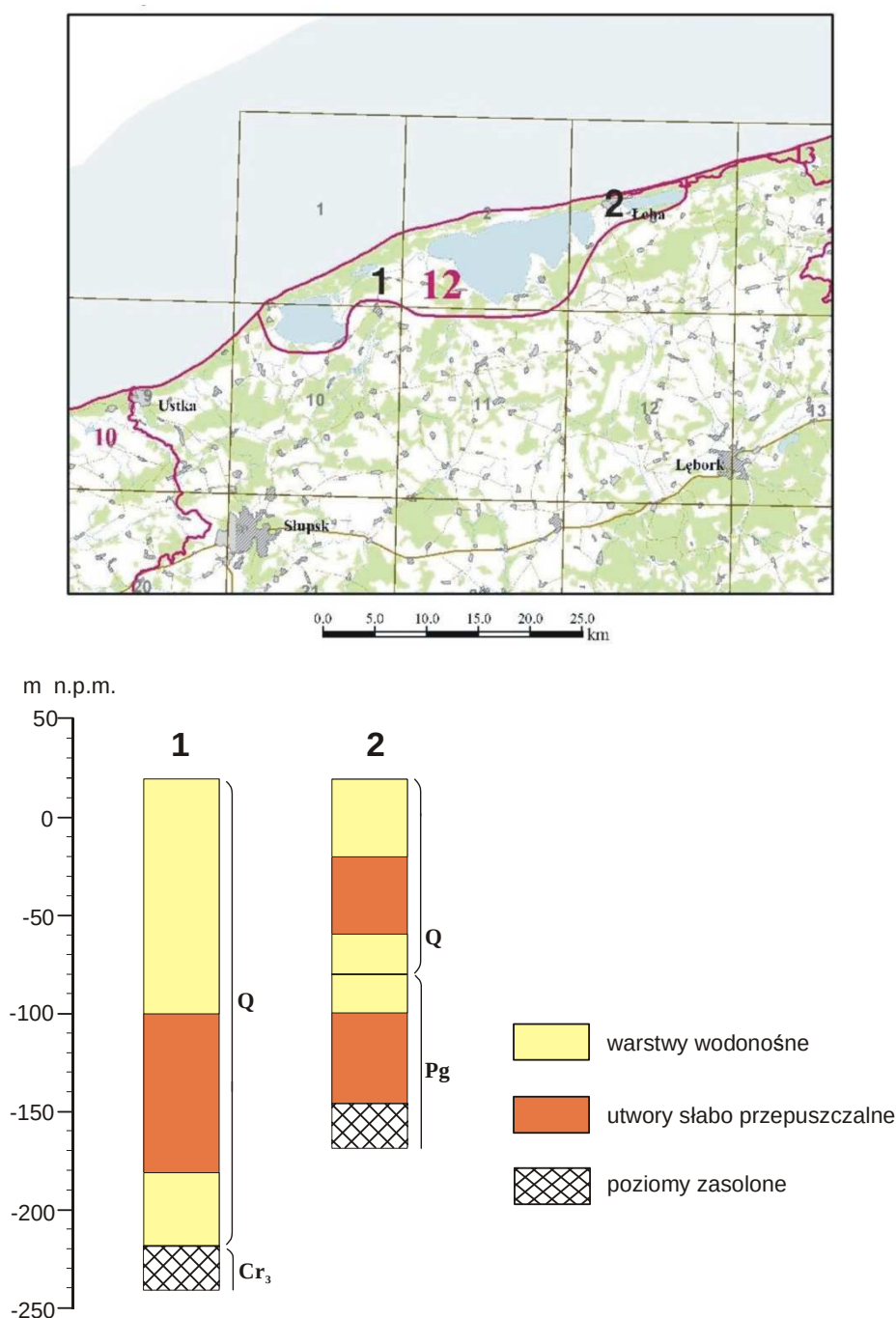
Nr MONBADA	Głębokość ww. strop [m]	Stratygrafia	Ocena klasy jakości w punkcie	Ocena stanu JCWPd wg stężeń w warstwach wodonośnych		Ocena stanu chemicznego JCWPd (wg danych z 2009 r.)
				Ocena stanu chemicznego	Wskaźniki w zakresie stężeń dla IV i V klasy jakości	
2502	4,5	Q	V	SŁABA	Zn, TOC, NH_4 , Fe	DOBRA*
2501	48	Q+(Ng + Pg)	II	DOBRA		

*niska wiarygodność oceny

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 27).

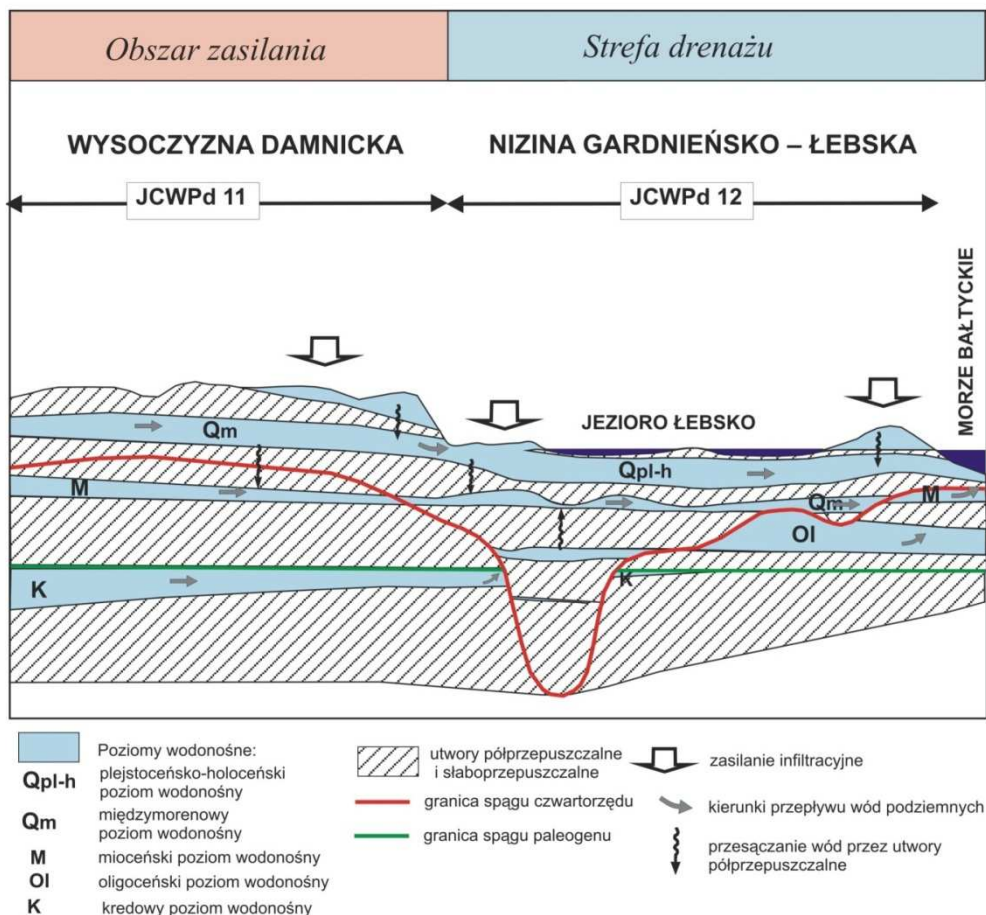
W modelu pojęciowym JCWPd 12 wydzielono trzy zagregowane poziomy wodonośne tworzące spójny system wód podziemnych charakteryzujący się złą jakością wód oraz zasoleniem w rejonie miejscowości Rowy i Łeba na skutek ingresji wód morskich oraz ascensji zmineralizowanych wód z podłoża. Są to: poziom holoceno-plejstoceni (Qp-h) Niziny Gardnieńsko-Łebskiej, poziom oligoceno-mioceno-dolnoplejstoceni (międzymorenowy) (Ol - M - Qm) oraz poziom kredowy (K) (Rysunek 28).



Rysunek 27. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 12. Źródło: PSH

Poziom pierwszy – holocenijsko-plejstocenijski (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 wodonośny. 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 ascensję z głębszych poziomów wodonośnych. 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 mułki 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.



Rysunek 28. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 12. Źródło: PSH

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 – oligoceno-mioceńsko-dolnoplejstocenoński (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 holoceno-plejstocenońskiego. Układ i kierunki spływu są zbieżne do poziomu holoceno - plejstocenońskiego. Poziom oligocenoński 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, nie posiadające 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 neogeńskich, 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 plejstoceno-holoceno 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.

Tabela 15. Charakterystyka JCWPd nr 12

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2004 r.)	Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2007 r.)	Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2008 r.)	Ocena stanu ilościowego (wg danych z 2008 r.)
				Stratygrafia	Udział [%]				
278,99	Wisła	Q _z ^z , (Pg ^z) – K ^z	Ol – M – Q _m	Q	100	SLABA	SLABA	SLABA	DOBRA

W JCWPd nr 12 nie występują obszary szczególnie narażone na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzenia rolniczego. Istotnym problemem jednostki jest niedostateczna sanitacja obszarów wiejskich i rekreacyjnych. Wśród czynników antropogenicznych mających wpływ na wody podziemne wymieniana jest również turystyka.

Ocena stanu chemicznego: W ramach monitoringu operacyjnego 2009, na obszarze JCWPd nr 12 opróbowano dwa punkty monitoringowe o numerach 933 i 1981. Głębokość zalegania warstwy wodonośnej w punktach 1981 i 933 wynosi 5,0 i 1,3 m, a zwierciadło wody w tej warstwie na charakter swobodny. Punkty te reprezentują pierwszy z wymienionych poziomów wodonośnych. Wyniki badań parametrów fizykochemicznych w punkcie 1981 wykazały podwyższone stężenia węgla organicznego oraz jonów NH₄, przez co próbka wody pobrana z tego punktu zaklasyfikowana została w IV klasie jakości. Po uśrednieniu wyników próbek wody z obu punktów monitoringowych nie odnotowano przekroczeń wartości granicznych stężeń III klasy jakości, dlatego stan JCWPd nr 12 oceniono jako dobry, lecz o niskiej wiarygodności oceny. (Tabela 16). Ocena stanu chemicznego jednostki w porównaniu z rokiem poprzednim wykazuje poprawę stanu chemicznego. Należy jednak zauważyć, że w roku 2008 na terenie jednostki opróbowano 3 punkty pomiarowe, co przyczyniło się do słabej oceny stanu jednostki. Wnioskuje się o rozszerzenie monitoringu operacyjnego na terenie badanej jednostki w roku 2011.

Tabela 16. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 12

Nr MONBADA	Głębokość ww. strop [m]	Stratygrafia	Ocena klasy jakości w punkcie	Ocena stanu JCWPd wg stężeń w warstwach wodonośnych		Ocena stanu chemicznego JCWPd (wg danych z 2009 r.)
				Ocena stanu chemicznego	Wskaźniki w zakresie stężeń dla IV i V klasy jakości	
933	1,3	Q	III	DOBRA		DOBRA*
1981	5,0	Q	IV			

*niska wiarygodność oceny

Jednolita część wód podziemnych nr 13

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 13 obejmuje kilka jednostek morfologicznych o znacznym zróżnicowaniu powierzchni terenu oraz dużych różnicach rzędnych od 0 do 312 m n.p.m.. Powierzchnia jednostki wynosi 2 818 km². Na powierzchni terenu dominują utwory dobrze przepuszczalne sprzyjające infiltracji opadów atmosferycznych. Na charakter jednostki w północno-wschodniej części wpływa również bliskie sąsiedztwo brzegu morskiego.

Obszar JCWPd nr 13 należy częściowo do dorzecza Wisły (zlewnia Moltawy) a recipientem cieków z pozostałego obszaru, z których największe są Reda i Piaśnica, jest bezpośrednio Morze Bałtyckie. Głębokość, do której stwierdzono występowanie słodkich wód podziemnych, wynosi od niespełna 150 m w rejonie Jez. Żarnowieckiego do ponad 500 m w strefach kulminacji terenu na Pojezierzu Kaszubskim. System wodonośny JCWPd nr 13 jest rozbudowany w profilu pionowym (Rysunek 29) obejmuje trzy piętra wodonośne o znaczeniu użytkowym: czwartorzędowe, neogeńsko-paleogeńskie i kredowe. Wydzielono tu 7 poziomów wodonośnych zwykłych wód podziemnych tworzących spójny system słodkich wód podziemnych:

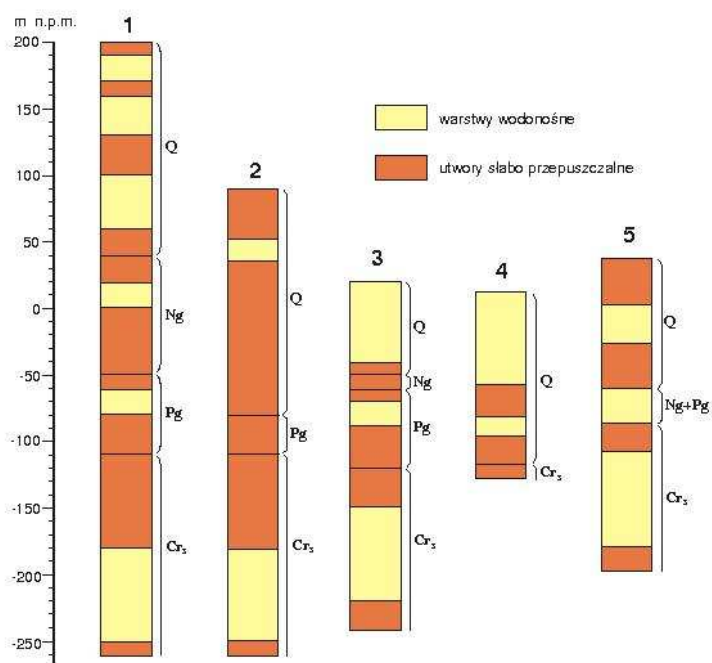
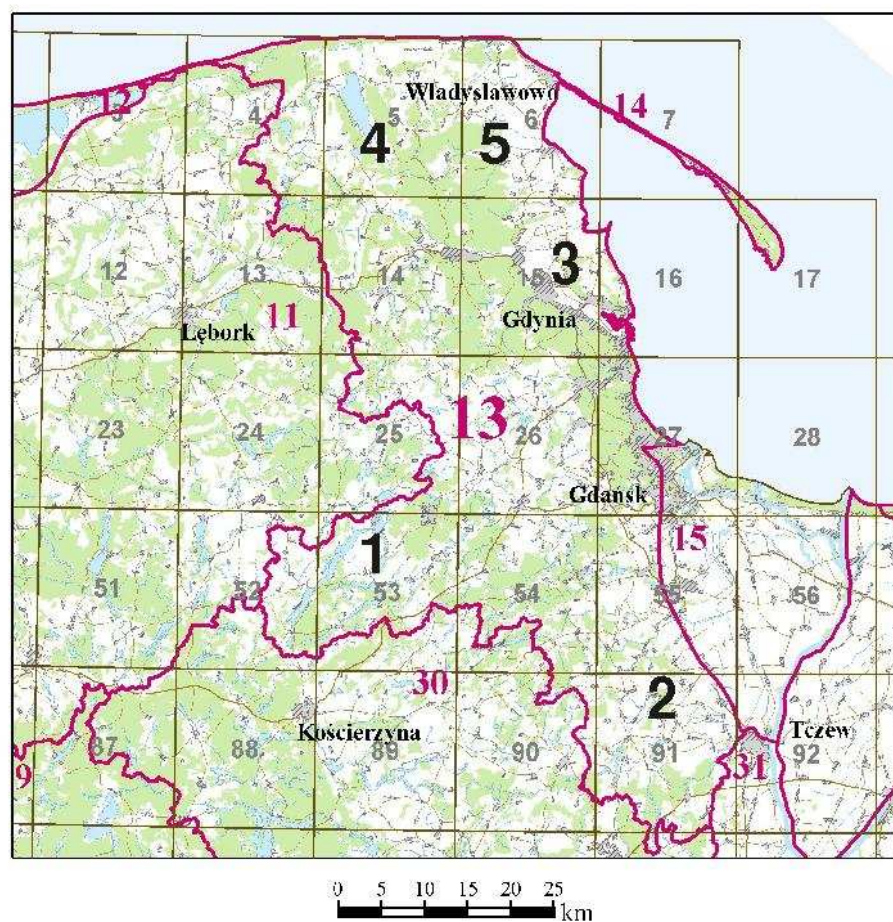
- poziom wód gruntowych (Qg) obejmujący płytkie wody występujące w aluviach dolin rzecznych, pradolin, sandrów i płytko występującego poziomu międzymorenowego. Wody gruntowe na ogół występują na głębokości 5–20 m. Miąższość warstwy wodonośnej najczęściej przekracza 5 m, a miejscami sięga nawet 20 m;
- poziomy międzymorenowe: pierwszy (górnym) Qm-I, drugi (dolny) Qm-II i trzeci (podglinowy) Qm-III, składające się z utworów piaszczysto-żwirowych plejstocenu tworzących bardziej lub mniej ciągle warstwy wodonośne o miąższości 10–40 m;
- mioceński zbudowany z piasków drobnych o miąższości do 40 m;
- oligoceński z drobnoziarnistych piasków glaukonitowych o miąższości ok. od 10 do 25 m występujący w centralnej i północnej części JCWPd;
- kredowy z glaukonitowych piasków drobnoziarnistych o miąższości 100–150 metrów.

Najlepiej są rozpoznane poziomy czwartorzędowe, zwłaszcza wody gruntowe oraz pierwszy i drugi poziom międzymorenowy. Występują one powszechnie na obszarze zlewni i stanowią najczęściej podstawę zaopatrzenia w wodę pitną. Na Mapie hydrogeologicznej Polski w skali 1: 50 000 są wyróżniane jako GUPW.

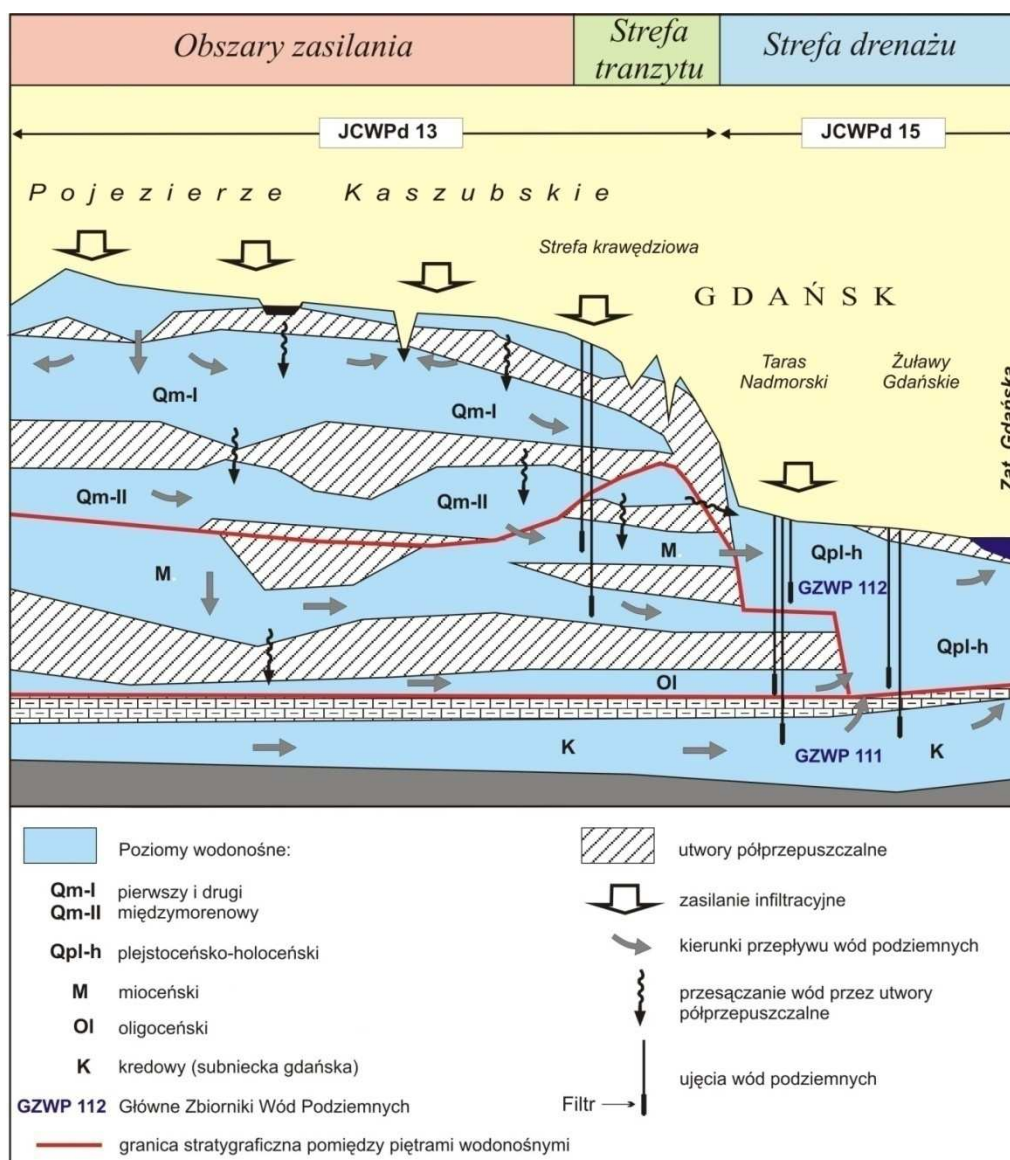
Wody głębszych poziomów wodonośnych są zasilane z poziomów czwartorzędowych. Główne obszary alimentacji znacznie wykraczają poza granice zlewni topograficznych. Charakterystyczną cechą opisanego systemu jest niespójna granica zlewni podziemnych ze zlewniami powierzchniowymi rzek. Zaznaczają się tu wyraźnie dwa systemy krążenia wód podziemnych. Są to: system Pojezierza Kaszubskiego, gdzie formowane są główne strumienie zasilające w znacznej części Żuławy Gdańskie (GZWP 111 i 112) i pradolinę Redy-Łeby (GZWP 110) oraz system Wysoczyzny Żarnowieckiej, skąd wody podziemne radialnie spływają do pobliskich stref drenażu (pradolina Redy-Łeby, rynna Jez. Żarnowieckiego, Zatoka Pucka i Morze Bałtyckie). Oba systemy krążenia powiązane są licznymi kontaktami i przepływami zachodzącymi między poziomami wodonośnymi.

Na obszarze JCWPd 13 wyodrębnione zostały 4 Główne Zbiorniki Wód Podziemnych: 108, 109, 110 i 111. Trzy pierwsze związane są z piaszczysto-żwirowymi osadami czwartorzędowymi i charakteryzują się dość znacznymi modułami zasobów dyspozycyjnych (GZWP nr 109: $61,1 \text{ m}^3/\text{h.km}^2$; GZWP nr 110: $40,8 \text{ m}^3/\text{h.km}^2$). Z kolei GZWP 111, chociaż o największej powierzchni ze wszystkich wymienionych zbiorników, wykraczającej nawet znacznie poza teren JCWPd, jest związany z drobnopiezistymi utworami kredowymi i ma stosunkowo niski moduł zasobów dyspozycyjnych ($2,3 \text{ m}^3/\text{h.km}^2$).

Łączny pobór wód podziemnych na obszarze JCWPd nr 13 wynosi ok. $4\,400 \text{ m}^3/\text{h}$. Stanowi to ok. 30% udokumentowanych zasobów dyspozycyjnych. Łączna wartość zatwierdzonych zasobów dyspozycyjnych na obszarze JCWPd nr 13 wynosi $15\,061 \text{ m}^3/\text{h}$. Najintensywniejszy pobór wód podziemnych uwarunkowany lokalizacją ośrodków miejskich, odbywa się w rejonie Trójmiasta oraz w Redzie i Rumi, gdzie są zlokalizowane największe ujęcia komunalne.



Rysunek 29 Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 13. Źródło: PSH



Rysunek 30. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 13. Źródło: PSH

Tabela 17. Charakterystyka JCWPd nr 13

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2004 r.)	Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2007 r.)	Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2008 r.)	Ocena stanu ilościowego (wg danych z 2008 r.)
				Stratygrafia	Udział [%]				
2 818,21	Wisła	Q ₍₁₋₃₎ , (Ng), (Pg), K	Q	Q	46	DOBRA	DOBRA	ŚŁABA*	DOBRA

*niska wiarygodność oceny

W JCWPd nr 13 nie występują obszary szczególnie narażone na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzenia rolniczego. Istotnym problemem jednostki jest niedostateczna sanitacja obszarów wiejskich i rekreacyjnych.

Ocena stanu chemicznego: W ramach monitoringu operacyjnego 2009 r. na obszarze JCWPd nr 13 opróbowano trzy punkty monitoringowe o numerach 2513, 1757 i 1756. Wszystkie punkty zafiltrowane są w osadach kenozoiku, dwa są to otwory czwartorzędowe i jeden mioceni. Głębokość do stropu warstwy wodonośnej jest dość zróżnicowana (Tabela 18). Punkt 2513, w którym głębokość zalegania warstwy wodonośnej wynosi 1,7 m charakteryzuje się swobodnym zwierciadłem wody, w pozostałych punktach zwierciadło wody jest napięte. Jakość wody w próbkach pobranych z punktów 2513 i 1757 została sklasyfikowana do III klasy jakości. W punkcie 2513 stężenia jonów B, F, SO₄ i HCO₃ przekraczają 75% wartości stężeń granicznych III klasy jakości (dobry stan wód). Jakość wody w próbce z najgłębszego otworu 1756 została zaklasyfikowana do II klasy jakości. W ogólnej ocenie stanu chemicznego JCWPd powstałej z uśrednienia wyników oznaczeń w we wszystkich punktach monitoringowych stwierdzono brak przekroczeń wartości granicznych III klasy jakości, co pozwala stwierdzić, że stan chemiczny jednostki jest dobry. Wyniki przeprowadzonych analiz nie wskazują presji antropogenicznej w jednostce. Ocena stanu chemicznego wg danych z roku 2009 różni się od oceny stanu chemicznego wg danych z roku 2008. W związku z niską wiarygodnością oceny w roku 2008 dokonano weryfikacji lokalizacji punktów monitoringowych jednostki. Ocena stanu chemicznego wg danych z roku 2009 potwierdza ocenę stanu jednostki z lat 2004 i 2007.

Tabela 18. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 13

Nr MONBADA	Głębokość ww. strop [m]	Stratygrafia	Ocena klasy jakości w punkcie	Ocena stanu JCWPd wg stężeń w warstwach wodonośnych		Ocena stanu chemicznego JCWPd (wg danych z 2009 r.)
				Ocena stanu chemicznego	Wskaźniki w zakresie stężeń dla IV i V klasy jakości	
2513	1,7	Q	III	DOBRA		DOBRA
1757	105	TrM	III			
1756	261,8	Q	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 31 i Rysunek 32). Poziom holoceni 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 holoceni 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 holoceni 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.

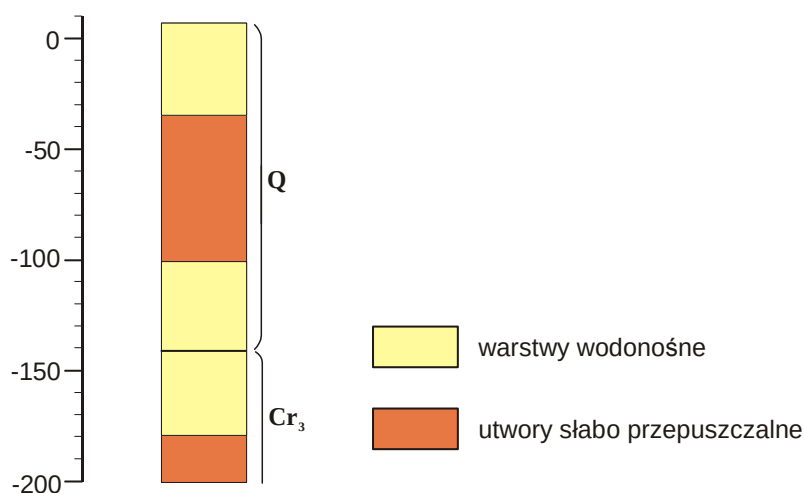
W północnej części jednostki JCWPd nr 14 ze względu na niewielką miąższość soczewy wód słodkich wynoszącą od 3 do 6 m i niewielkie zasoby, poziom wodonośny nie spełnia warunków poziomu użytkowego.

Poziom plejstoceno-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 plejstocenyjskie 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).

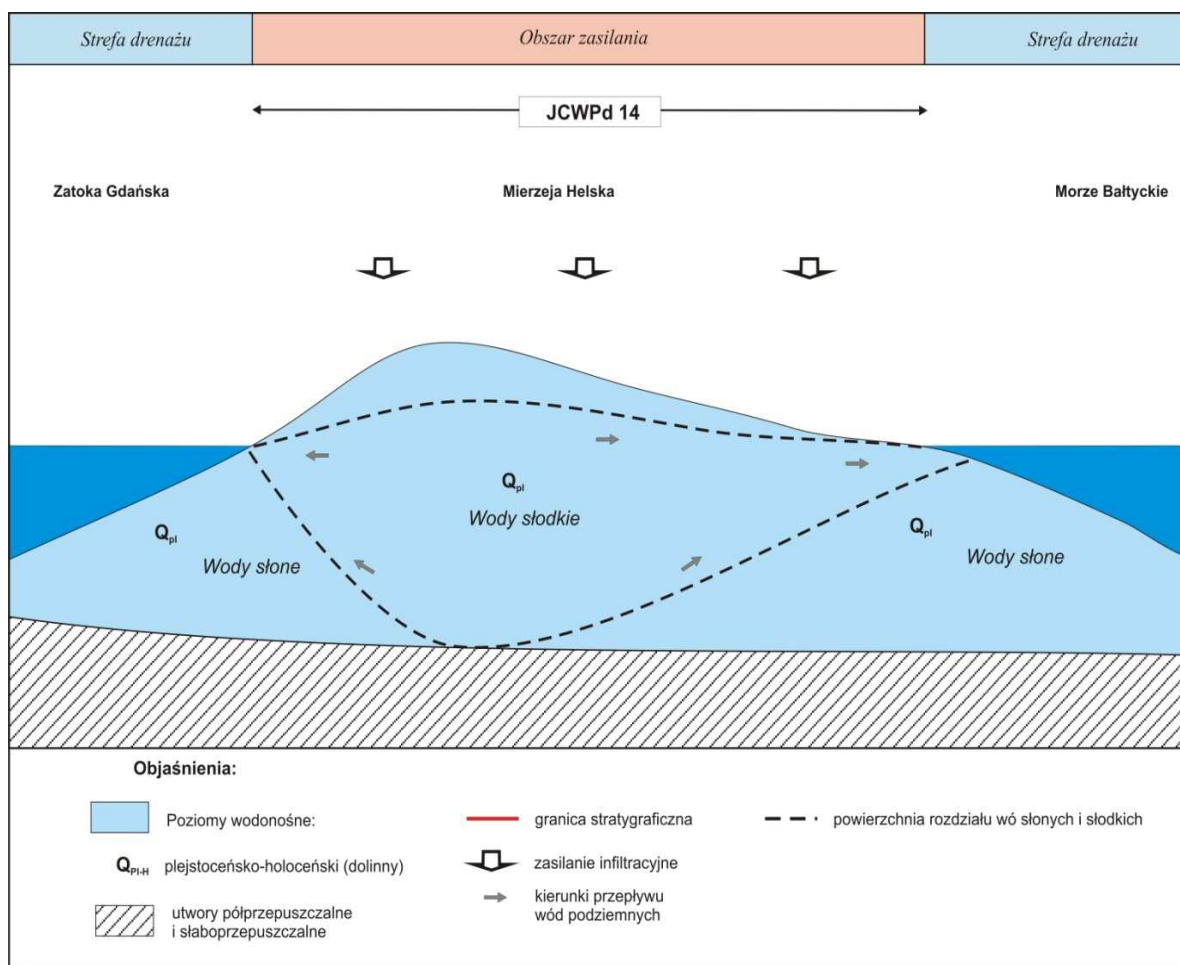


m n.p.m.

1



Rysunek 31. Profil geologiczny i jego lokalizacja JCWPd nr 14. Źródło: PSH



Rysunek 32. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 14. Źródło: PSH

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 niewielkim 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.

Tabela 19. Charakterystyka JCWPd nr 14

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2004 r.)	Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2007 r.)	Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2008 r.)	Ocena stanu ilościowego (wg danych z 2008 r.)
				Stratygrafia	Udział [%]				
30,94	Wisła	Q ₍₂₎ , - K	Q-(Ng+Pg)-Mez	BD*		ŚŁABA	DOBRA	DOBRA	DOBRA

*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.

Ocena stanu chemicznego: W ramach monitoringu operacyjnego 2009 r. na obszarze JCWPd nr 14 opróbowano cztery punkty monitoringowe o numerach 2158, 2503, 2504 i 1109. Punkt 2158 zafiltrowany jest w płytszym poziomie plejstoceno–holoceńskim, a punkty 1109, 2503 i 2504 reprezentują głębszy poziom plejstoceno–kredowy. Punkt 2503 leży w granicy JCWPd nr 13 lecz służy do monitoringu JCWPd nr 14. Wyniki pomiarów właściwości fizykochemicznych przeprowadzonych w 2009 r. wykazały lokalne podwyższenie stężeń jonów azotanów (prawdopodobny charakter antropogeniczny) i boru (charakter geogeniczny) w zakresie stężeń IV klasy jakości (punkty 2158 i 2504). Pozostałe wskaźniki wahały się w granicach klas jakości I–III. Podwyższone stężenia jonów żelaza, w przedziale stężeń właściwych dla III klasy jakości, wykryte w próbkach wody z punktów 2158 i 2503 mają charakter geogeniczny. Podobny charakter mają podwyższone stężenia (również w granicy III klasy jakości) jonów arsenu i wodorowęglanów w próbce wody z punktu 2504. Agregacja wyników z czterech badanych punktów pomiarowych wskazuje na ogólny dobry stan wód podziemnych na obszarze JCWPd nr 14. Przekroczone wskaźniki mają głównie charakter geogeniczny, choć lokalnie obserwuje się wpływ presji antropogenicznej. Na podstawie danych z roku 2009 nie stwierdzono zasolenia wód podziemnych będącym skutkiem nadmiernej eksploatacji wód podziemnych.

Tabela 20 Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 14

Nr MONBADA	Głębokość ww. strop [m]	Stratygrafia	Ocena klasy jakości w punkcie	Ocena stanu JCWPd wg stężeń w warstwach wodonośnych		Ocena stanu chemicznego JCWPd (wg danych z 2009 r.)
				Ocena stanu chemicznego	Wskaźniki w zakresie stężeń dla IV i V klasy jakości	
2158	3,1	Q	IV	DOBRA		DOBRA
2503*	86,8	Ng+Pg	III			
2504	103	Q	IV			
1109	131	Q	II			

*punkt leżący w granicy JCWPd nr 13 lecz służący do oceny stanu JCWPd nr 14

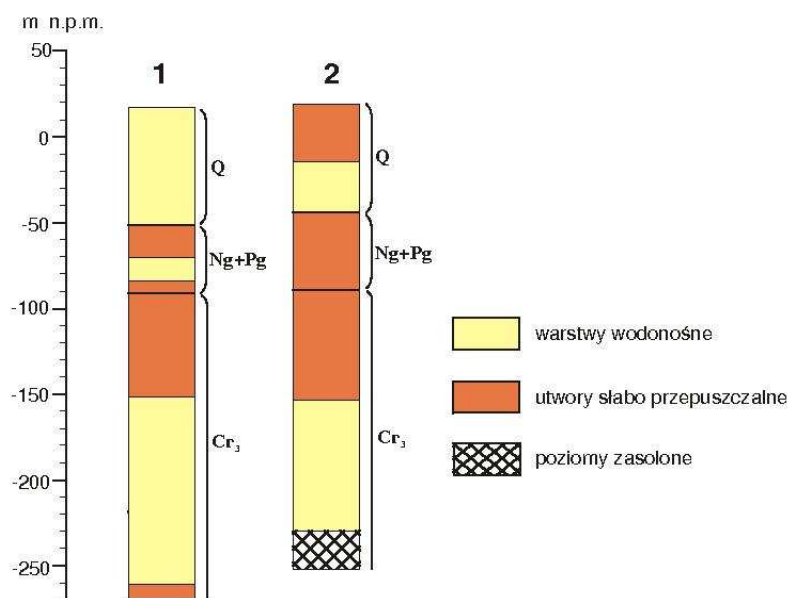
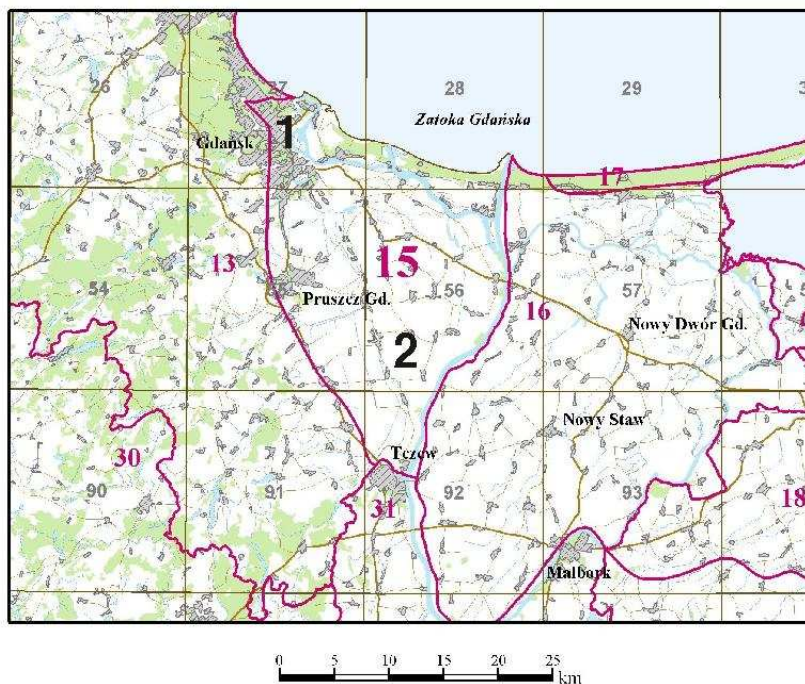
Jednolita część wód podziemnych nr 15

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 33).

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 wysocznicy 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 holoceno–plejstoceno–kredową 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.

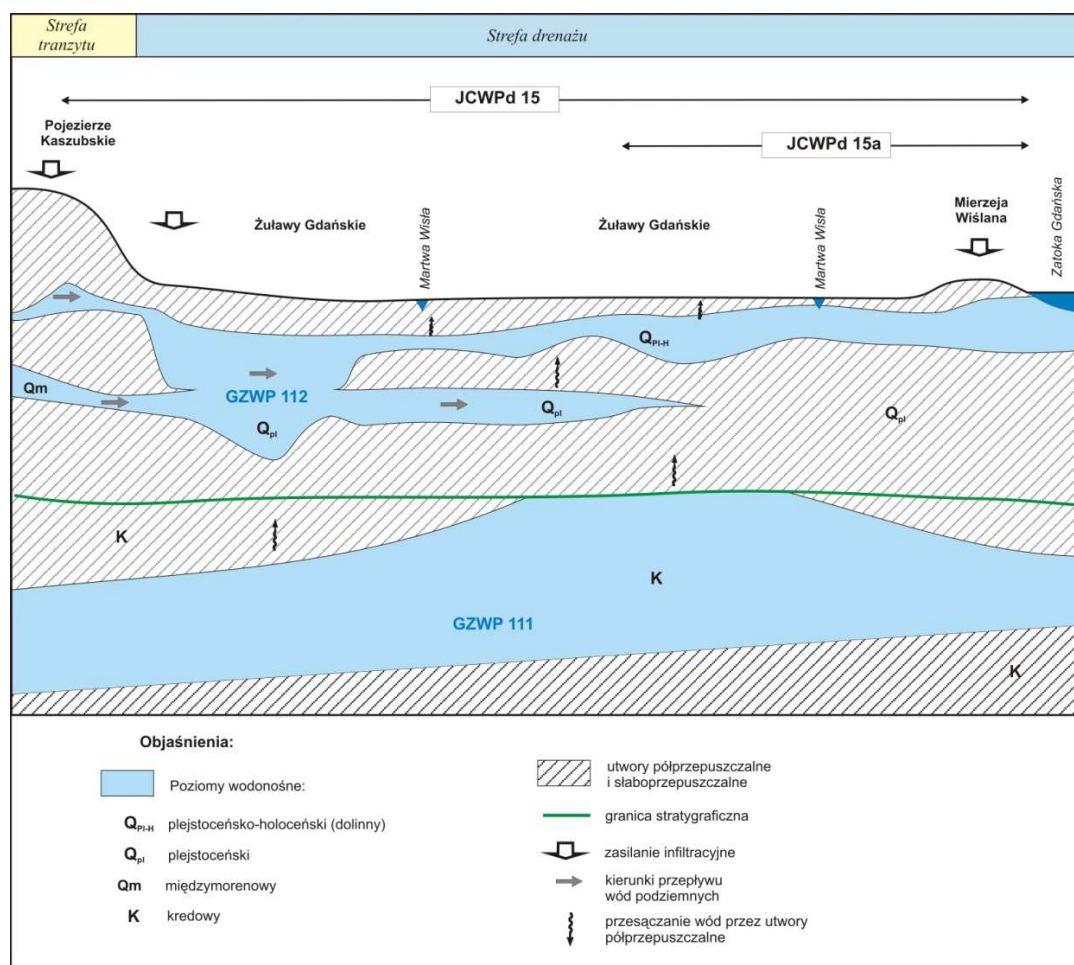


Rysunek 33. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 15. Źródło: PSH

Poziom czwartorzędowo-paleogeński-neogeński jest głównym poziomem użytkowym na bardzo niewielkim obszarze zlokalizowanym na południu JCWPd nr 15. Warstwę wodonośną stanowią utwory fluwioglacjalne

zładowacenia 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 paleogeński-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 34).



Rysunek 34. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 15. Źródło: PSH

Tabela 21. Charakterystyka JCWPd nr 15

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2004 r.)	Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2007 r.)	Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2008 r.)	Ocena stanu ilościowego (wg danych z 2008 r.)
				Stratygrafia	Udział [%]				
503,29	Wiśla	Q z, (Ng+Pg), K ^z	Q- (Ng+Pg), Cr	Q	61	DOBRA	DOBRA	-	DOBRA

W JCWPd nr 15 nie występują obszary szczególnie narażone na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzenia rolniczego. Istotnym problemem jednostki jest niedostateczna sanitacja obszarów wiejskich i rekreacyjnych.

Ocena stanu chemicznego: W ramach monitoringu operacyjnego 2009 r. na obszarze JCWPd nr 15 opróbowano trzy punkty monitoringowe o numerach 778, 2311 i 1891. Wszystkie punkty są zafiltrowane w poziomie czwartorzędowym. Wyniki pomiarów właściwości fizykochemicznych przeprowadzonych w 2009 r. wykazały wysokie stężenia jonów NH_4 , Mn, Fe i węgla organicznego w punkcie 1891, które prawdopodobnie mają charakter geogeniczny. Próbkę wody pobrana w tym punkcie zaklasyfikowana została do V klasy jakości. W pozostałych punktach brak jest przekroczeń wartości granicznych II i III klasy jakości, czyli woda w tych dwóch punktach jest dobrej jakości. Agregacja wyników z trzech badanych punktów pomiarowych wskazuje na podwyższone stężenia jonów Fe (w granicy stężeń IV klasy jakości) i NH_4 (w granicy stężeń V klasy jakości). W związku z bardzo wysoką średnią wartością NH_4 ogólny stan wód podziemnych na obszarze JCWPd nr 15 uznano za słaby. Ocena ta różni się od ocen stanu chemicznego jednostki z lat 2004 i 2007. Główny wpływ na ocenę stanu jednostki jakość wód w punkcie 1891.

Tabela 22 Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 15

Nr MONBADA	Głębokość ww. strop [m]	Stratygrafia	Ocena klasy jakości w punkcie	Ocena stanu JCWPd wg stężeń w warstwach wodonośnych		Ocena stanu chemicznego JCWPd (wg danych z 2009 r.)
				Ocena stanu chemicznego	Wskaźniki w zakresie stężeń dla IV i V klasy jakości	
778	2	Q	III	SŁABA	Fe, NH_4	SŁABA
2311	2,4	Q	II			
1891	14	Q	V			

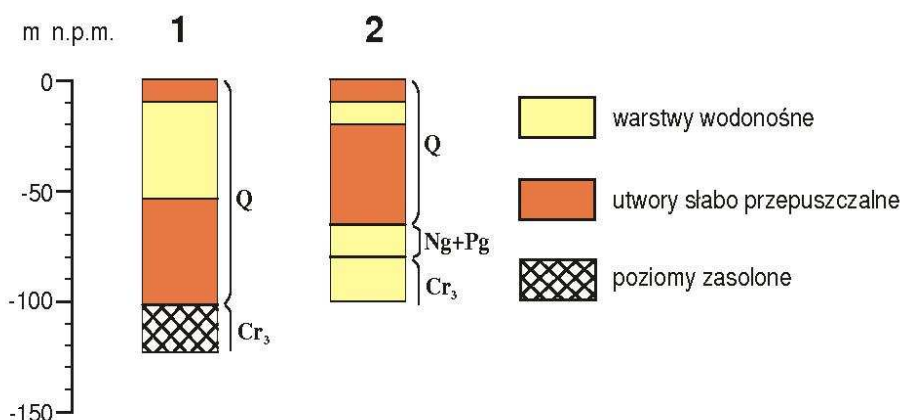
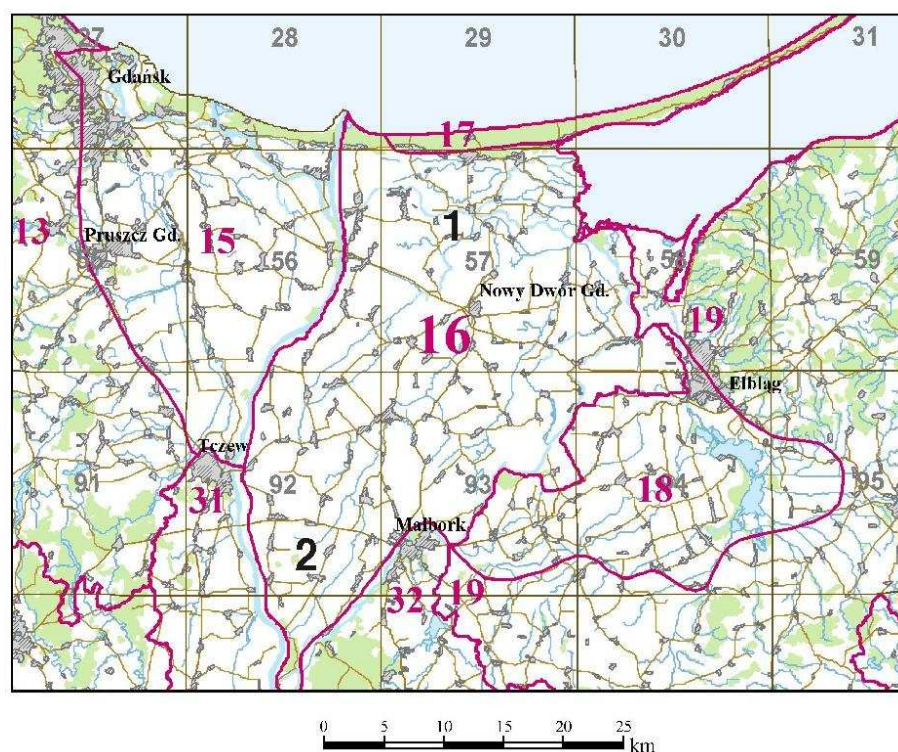
Jednolita część wód podziemnych nr 16

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 35).

Na obszarze JCWPd 16 można wydzielić 3 poziomy wodonośne:

- plejstoceno-holoceno;
- różnowiekowy kompleks wodonośny obejmujący poziomy oligoceno-mioceno, dolnoplejstoceno oraz wody szczelinowe występujące w stropie kompleksu węglanowo-krzemionkowego kredy górnej;
- kredowy.

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



Rysunek 35. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPd nr 16. Źródło: PSH

Najpowszechniej występującym użytkowym poziomem wodonośnym w obrębie jednostki JCWPd nr 16 jest poziom plejstoceno-holoceni. 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 0 m n.p.m. 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-holoceni 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 złą jakość wód.

Różnowiekowy kompleks wodonośny obejmuje poziomy: oligoceńsko-mioceni, dolnoplejstoceni i kredowy. Na obszarze Żuław Wielkich kompleks ten odznacza się słabymi własnościami hydrogeologicznymi. Wody podziemne występują najczęściej w utworach paleogenu-neogenu i miejscami w spagowych 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.

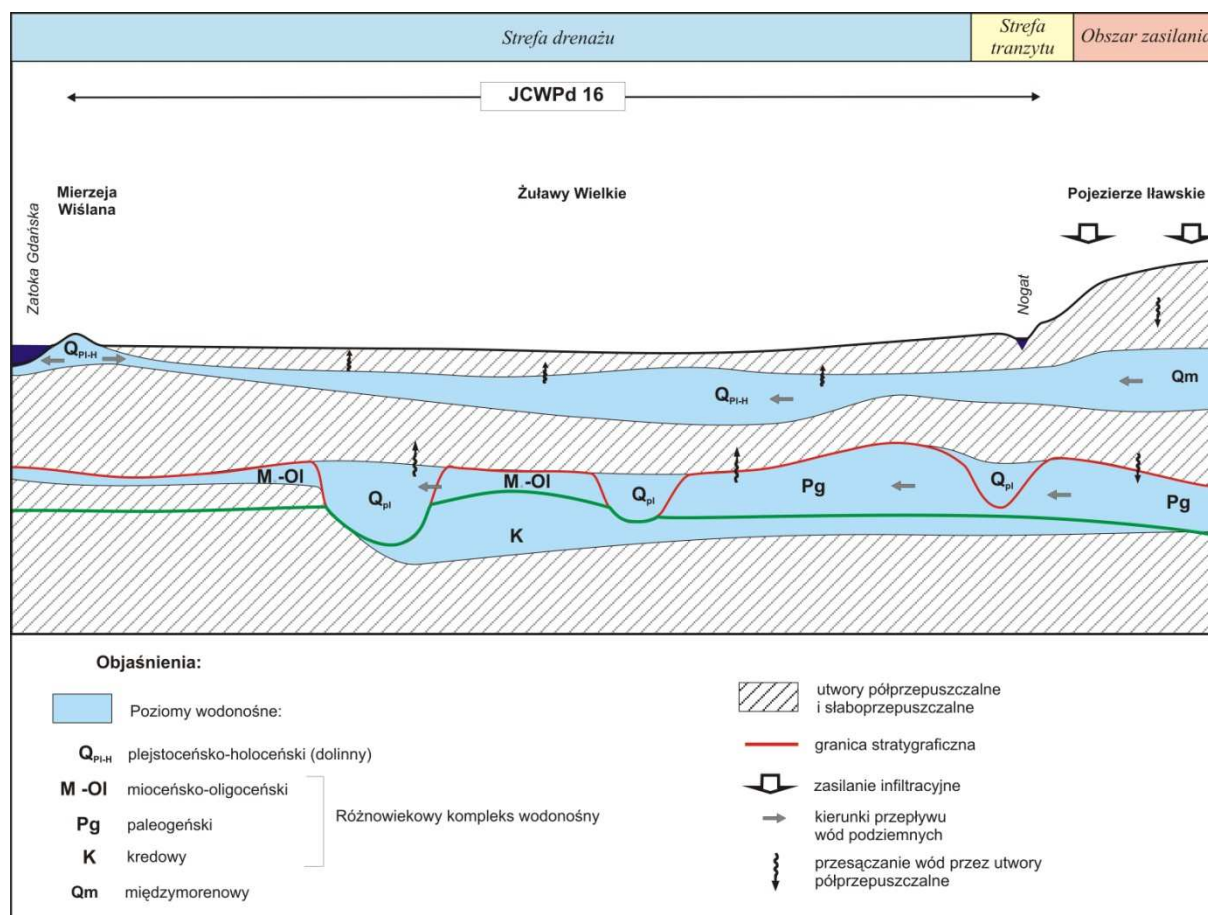
Wody poziomu kredowego występują w serii węglanowej, w południowo-zachodniej części jednostki, na głębokości 100–180 m, pod ciśnieniem subartezyjskim i artezyjskim. Maksymalna miąższość strefy szczelin wynosi 62 m. Poziom kredowy zasilany jest przede wszystkim poprzez przesączanie wód z płytszych poziomów 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 plejstoceni-holoceni. 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 spagowych warstwach wodonośnych czwartorzędu i w poziomie paleoceńsko-neoceńskim. 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 36. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 16. Źródło: PSH

Tabela 23. Charakterystyka JCWPd nr 16

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2004 r.)	Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2007 r.)	Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2008 r.)	Ocena stanu ilościowego (wg danych z 2008 r.)
				Stratygrafia	Udział [%]				
890,23	Wisła	$Q^z - (Ng+Pg) - K^z$	$Q-(Ng+Pg)$	K	46	SLABA	DOBRA	DOBRA	DOBRA

W JCWPd nr 16 rozpoznana została presja rolnicza, nie mniej jednak na terenie jednostki nie wydzielono obszarów szczególnie narażonych na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzenia rolniczego. Istotnym problemem jednostki jest niedostateczna sanitacja obszarów wiejskich i rekreacyjnych. Odnotowane również zostało zasolenie poziomów wodonośnych > 250 mgCl/l.

Ocena stanu chemicznego: W ramach monitoringu operacyjnego 2009 r., do oceny JCWPd nr 16 opróbowano osiem punktów o numerach 2511, 2508, 2507, 2505, 2506, 712, 769 i 2509. Wszystkie punkty reprezentują płytszy poziom plejstoceńsko-holoceniśki. Wyniki analiz fizykochemicznych w punktach monitoringowych wykazały znaczne podwyższenie stężeń jonów NH_4 , Mn i Fe, a lokalnie również węgla organicznego oraz cynku. Źródło występowania powyższych pierwiastków w wodach podziemnych jest prawdopodobnie naturalne, związane z nagromadzeniem substancji organicznych. Przegląd kart otworów badawczych potwierdził występowanie torfów w przekroju geologicznym jednostki, co wpływa na lokalne nieznaczne, bo mieszczące się w granicy I klasy jakości, obniżenie odczynu pH. Lekko kwaśne warunki hydrochemiczne spowodowane nagromadzeniem substancji organicznych w

osadach czwartorzędowych przekładają się na podwyższenia stężeń jonów żelaza i manganu, które w badanej jednostce występują w granicy stężeń od II do V klasy jakości, z przewagą klas IV i V. Stężenia jonów cynku w granicach IV klasy jakości wystąpiły w próbkach wody z otworów 2508 i 2507, w których stężenia jonów NH₄, Mn i Fe były w granicy V klasy jakości. Stężenie NH₄ w punkcie 2509 przewyższa 75% wartości progowej stanu dobrego (Tabela 7).

Po uśrednieniu stężeń punktowych w obrębie JCWPd nr 16, stężenia jonów amoniaku, żelaza i manganu odnotowano w granicach stężeń właściwych dla V klasy jakości, co wymaga zdefiniowania stanu chemicznego jednostki jako słaby i weryfikację stanu jednostki w odniesieniu do danych z lat poprzednich. Należy mieć jednak na uwadze fakt, że słaby stan jednostki ma podłoże geogeniczne.

Tabela 24. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 16

Nr MONBADA	Głębokość ww. strop [m]	Stratygrafia	Ocena klasy jakości w punkcie	Ocena stanu JCWPd wg stężeń w warstwach wodonośnych		Ocena stanu chemicznego JCWPd (wg danych z 2009 r.)
				Ocena stanu chemicznego	Wskaźniki w zakresie stężeń dla IV i V klasy jakości	
2511	2,39	Q	III	SŁABA	Fe, Mn, NH ₄	SŁABA
2508	6	Q	V			
2507	11	Q	V			
2505	14	Q	V			
2506*	16	Q	IV			
712	16,3	Q	IV			
769	16,6	Q	IV			
2509	20	Q	III			

*punkt leżący w granicy JCWPd nr 18 lecz służący do oceny stanu JCWPd nr 16

Jednolita część wód podziemnych nr 17

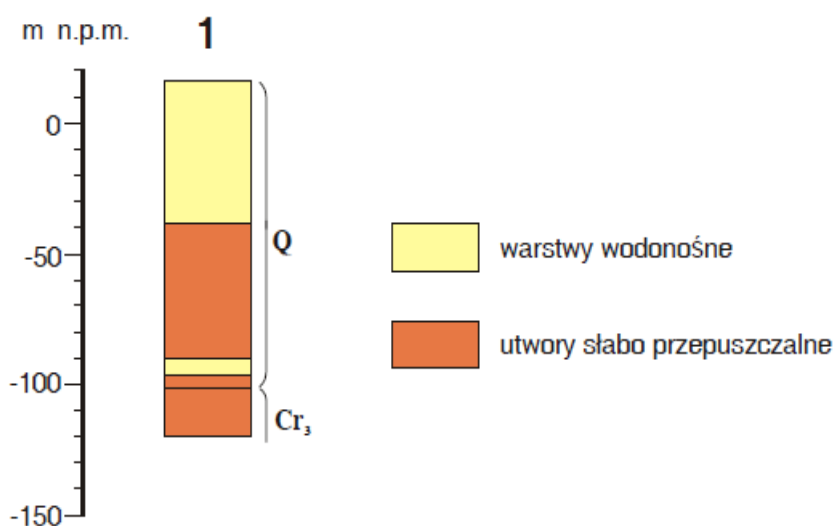
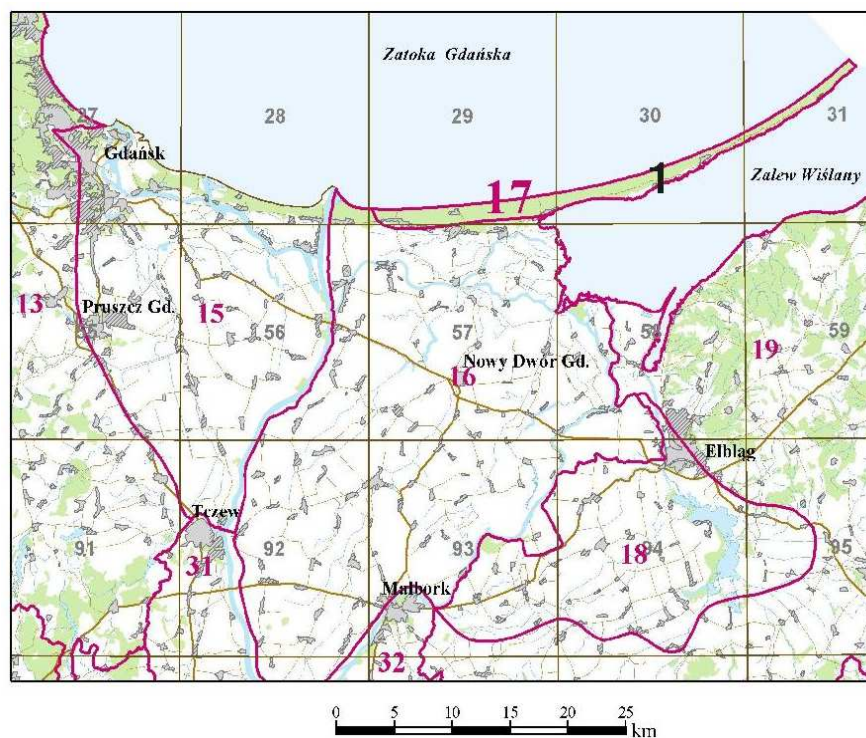
Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 17 obejmuje obszar Mierzei Wiślanej. Powierzchnia jednostki wynosi 56,8 km². Występują tutaj dwa poziomy wodonośne występujące w piaszczystych osadach plejstocenu i holocenu (Rysunek 37).

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.

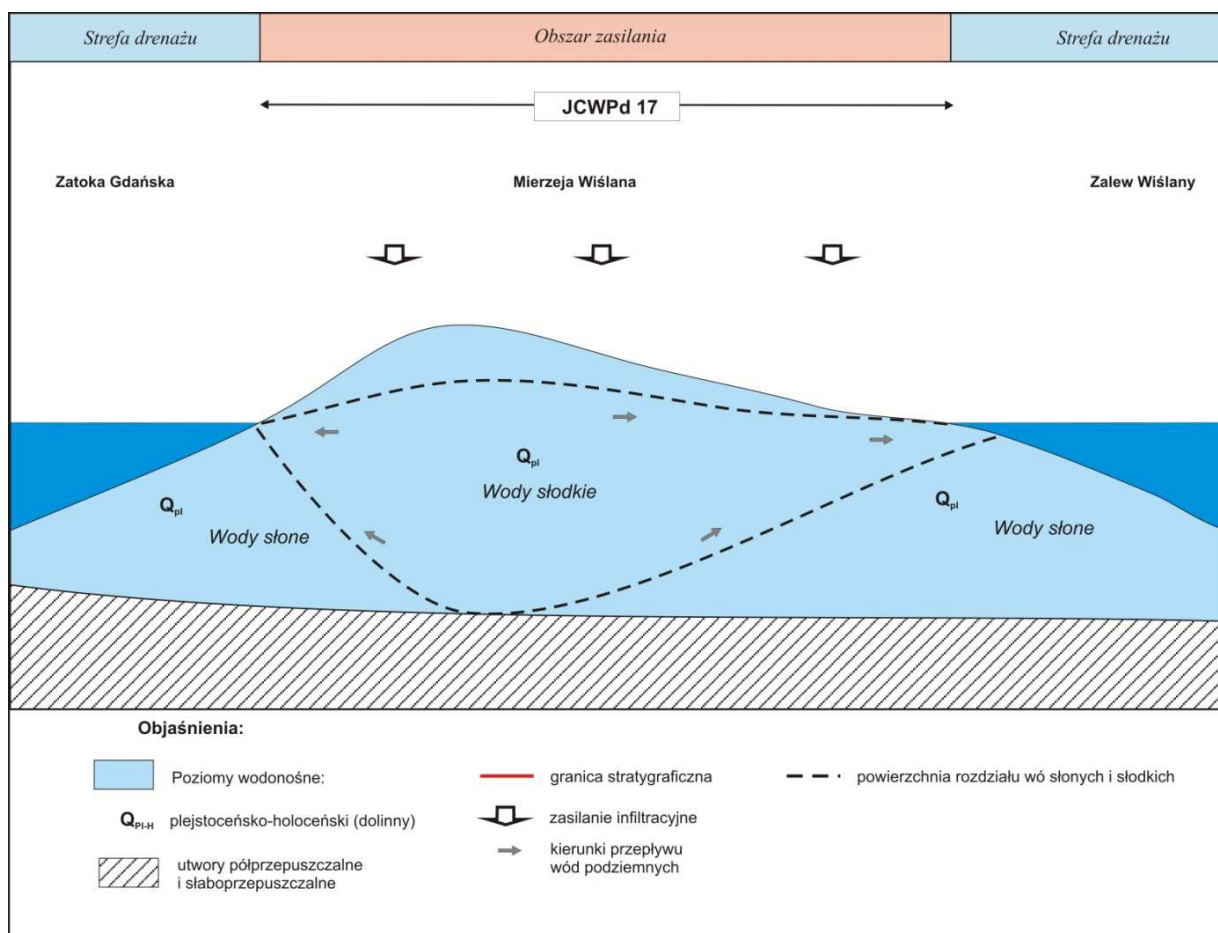
Zasilanie poziomu wodonośnego odbywa się wyłącznie przez infiltrację opadów atmosferycznych. Położenie zwierciadła wody jest zależne od wielkości opadów i stanów morza. Bazę drenażu dla wód stanowią Zatoka Gdańska i Zalew Wiślany. Położenie Mierzei Wiślanej pomiędzy zasolonymi akwenami wód Zatoki Gdańskiej i Zalewu Wiślanego sprawia, że wody podziemne mierzei występują w postaci soczewy wód słodkich (Rysunek 38). 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 37. Profil geologiczny i jego lokalizacja w JCWPd nr 17. Źródło: PSH



Rysunek 38 Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 17. Źródło: PSH

Tabela 25 Charakterystyka JCWPd nr 17

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2004 r.)	Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2007 r.)	Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2008 r.)	Ocena stanu ilościowego (wg danych z 2008 r.)
				Stratygrafia	Udział [%]				
56,8	Wiśła	Q ₍₂₎	Q	K	77	DOBRA	SŁABA	brak	SŁABA

W JCWPd nr 16 nie występują obszary szczególnie narażone na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzenia rolniczego, nie mniej jednak rozpoznana została presja rolnicza na terenie jednostki. Istotnym problemem jednostki jest niedostateczna sanitacja obszarów wiejskich i rekreacyjnych.

Ocena stanu chemicznego: W ramach monitoringu operacyjnego 2009 r., do oceny JCWPd nr 17 opróbowano jeden punkt pomiarowy, o numerze 713. Jest to punkt reprezentatywny dla czwartorzędowej warstwy wodonośnej zalegającej płytko, na głębokości 1,4 m (Tabela 26). Wynik analizy fizykochemicznej próbki wody pobranej z punktu 713 wykazał podwyższone stężenia jonów NH₄ (w granicy stężeń IV klasy jakości). Stężenie jonów żelaza mieściło się w granicy III klasy jakości. Odnotowano również lekko podwyższone wartości (w granicy II klasy jakości) stężeń jonów wodorowęglanowych, manganu, wapnia, chlorków, fluorków, a także temperatury oraz przewodności elektrolitycznej.

Podwyższone stężenie jonów NH₄ w stosunku do pozostałych wskaźników geogenicznych może wskazywać na antropogeniczny charakter zanieczyszczenia wód podziemnych, szczególnie, że badany poziom jest bardzo podatny

na zanieczyszczenie. Z tego względu stan JCPWd nr 17 określa się jako słaby, z zaznaczeniem, że ocena stanu JCWPd na podstawie jednej próbki jest mało wiarygodna.

Tabela 26 Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 17

Nr MONBADA	Głębokość ww. strop [m]	Stratygrafia	Ocena klasy jakości w punkcie	Ocena stanu JCWPd wg stężeń w warstwach wodonośnych		Ocena stanu chemicznego JCWPd (wg danych z 2009 r.)
				Ocena stanu chemicznego	Wskaźniki w zakresie stężeń dla IV i V klasy jakości	
713	1,4	Q	IV	SŁABA	NH4	SŁABA

*niska wiarygodność oceny

Jednolita część wód podziemnych nr 21

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 21 obejmuje północną część regionu geograficznego Wielkich Jezior Mazurskich. Jej powierzchnia wynosi 1 176,25 km². Położona jest w regionie Dolnej Wisły, w zlewni Pregoty. Według regionalizacji hydrogeologicznej znajduje się w zasięgu dwóch regionów: mazursko-podlaskiego (II) i mazurskiego (III). Południowo-zachodnia i środkowa jej część leży w granicach zbiornika wód podziemnych GZWP 206 Qsm – Wielkie Jeziora Mazurskie.

Na obszarze jednostki rozpoznano występowanie poziomów wodonośnych w utworach kredy górnej, paleogenu oraz czwartorzędu. Poziomy piętra czwartorzędowego mają charakter użytkowy.

Czwartorzędowe poziomy wodonośne występują w obrębie różnowiekowych utworów piaszczystych i piaszczysto-żwirowych i mają zróżnicowany zasięg lateralny. W profilu pionowym występują zazwyczaj dwa lub trzy poziomy wodonośne (Rysunek 39).

Poziom przypowierzchniowy związany jest z piaskami i żwirami rzecznyymi zlodowacenia północnopolskiego i holocenu. Występuje na głębokości kilku, rzadziej kilkunastu metrów i osiąga miąższość od kilku do około 20 m. Poziom jest nieizolowany od powierzchni terenu, co stwarza doskonałe warunki dla odnawialności jego zasobów. Zwierciadło ma charakter swobodny. Lokalnie, w północno-wschodniej części jednostki poziom ten jest traktowany jako główny użytkowy. Miejscami tworzy jeden poziom z głębiej leżącym, poziomem międzymorenowym.

Drugi użytkowy poziom wodonośny związany jest z utworami zlodowacenia północnopolskiego. Osadami wodonośnymi są wodnolodowcowe piaski i piaski ze żwirami fazy leszczyńskiej i pomorskiej. Głębokość występowania poziomu wynosi od kilku do prawie 50 m, najczęściej jednak nie przekracza kilkunastu metrów. Miąższość tego poziomu jest bardzo zróżnicowana. W południowej części obszaru dochodzi do około 100 m, zazwyczaj jednak wynosi od 10–20 do 20–40 m. Utwory wodonośne są słabo izolowane glinami zwałowymi lub pozbawione izolacji, co stwarza dobre warunki odnawialności wód przez infiltrację powierzchniową. Jedynie w obrębie dolin kopalnych miąższość izolujących utworów słabo przepuszczalnych może przekraczać głębokość 50 m. Poziom charakteryzuje się swobodnym lub lekko napiętym zwierciadłem wody. W części południowej i wschodniej jednostki poziom ten stanowi zazwyczaj główny użytkowy poziom wodonośny. W części północno-zachodniej występuje w sposób nieciągły.

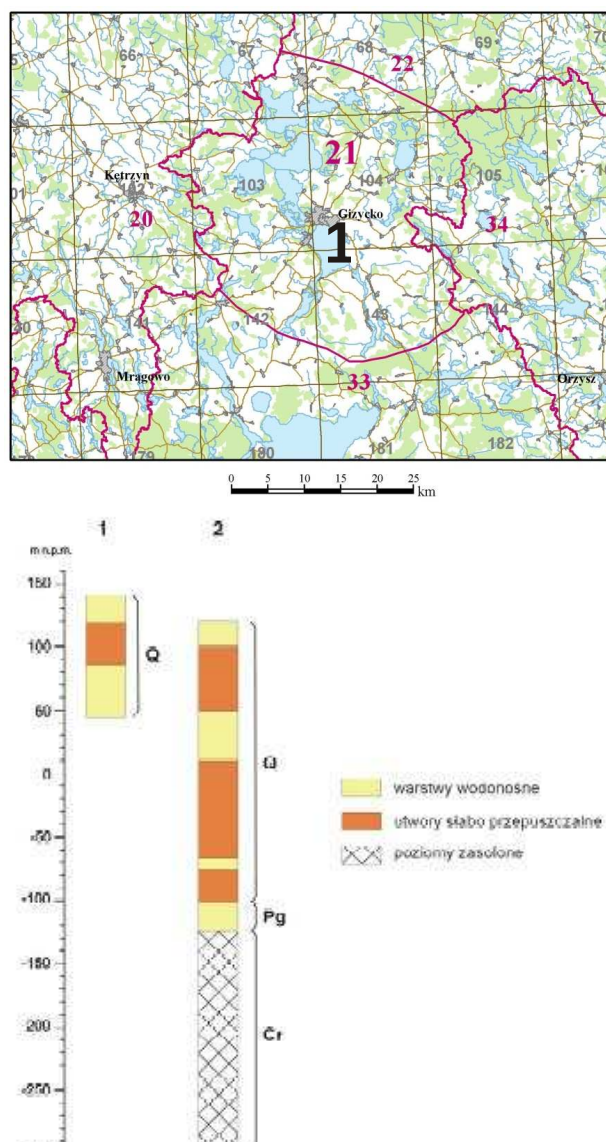
Trzeci poziom użytkowy związany jest z osadami zlodowaceń środkowopolskich i interglacjału wielkiego i charakteryzuje się największym rozprzestrzenieniem. Strop tego poziomu znajduje się na głębokości od około 50 m

w części południowej jednostki, do niemal 150 m w części północnej. Miąższość poziomu jest bardzo zmienna. Na przeważającej części obszaru mieści się w przedziale 20–40 m. Lokalnie, w okolicach Doby przekracza 40 m. Jest dobrze izolowany od powierzchni terenu miąższymi pakietami glin zwałowych. Na obszarach płytszego występowania poziomu stopień izolacji określany jest jako średni. Poziom stanowi główny użytkowy na obszarach, gdzie nie występują wyżej leżące poziomy wodonośne o charakterze użytkowym.

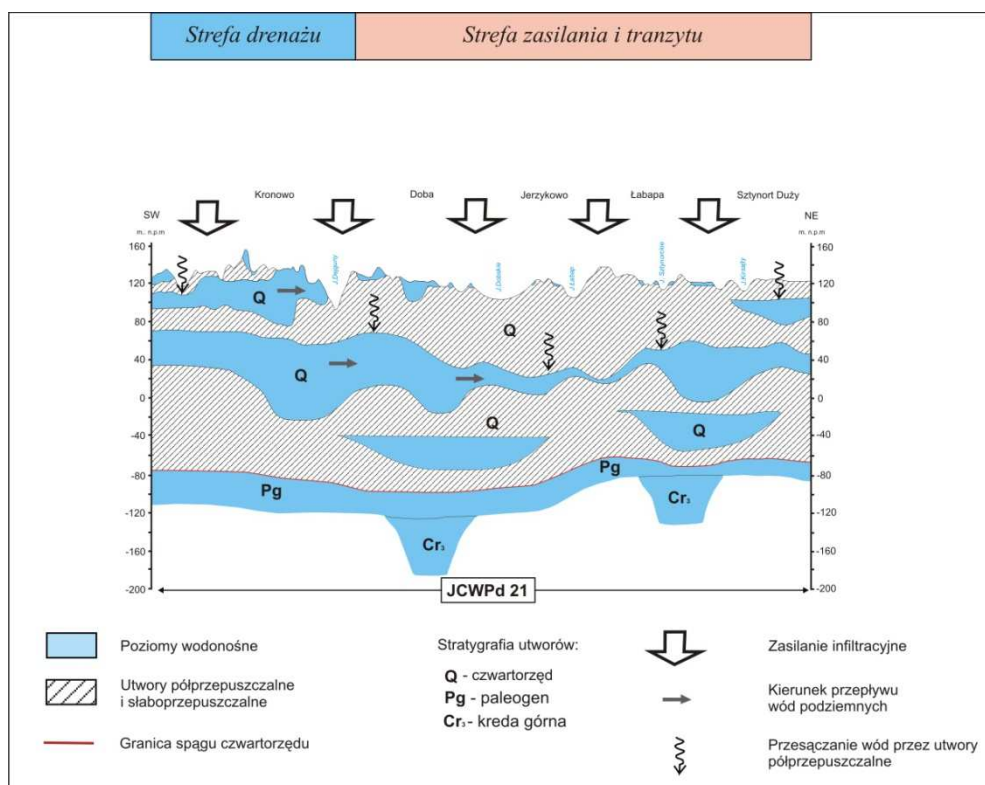
Czwarty użytkowy poziom wodonośny związany jest z osadami interglacjału mazowieckiego. Tworzą go piaski i piaski ze żwirami. Został rozpoznany fragmentarycznie. Występuje na głębokości od ponad 100 do przeszło 200 m. Jego miąższość wynosi zazwyczaj 10–20 m. Nie ma charakteru poziomu ciągłego.

Zasilanie poziomów wodonośnych na obszarze jednostki odbywa się przez dopływ lateralny oraz, w przypadku płytko występujących poziomów pierwszego i drugiego, przez infiltrację opadów atmosferycznych, natomiast w przypadku głębiej leżących przez przesączania się wód przez warstwy osadów słaboprzepuszczalnych. System krążenia wód podziemnych jest niezgodny z systemem krążenia wód powierzchniowych. Znaczna część znajdujących się tu jezior nie stanowi bazy drenażu dla wód podziemnych. Generalnie przepływ wód podziemnych odbywa się z południa i południowego-wschodu w kierunku północno-zachodnim i północnym, ku rzekom Łynie i Omecie, stanowiącym regionalną bazę drenażu (Rysunek 40). Jedynie w południowej części obszaru lokalnymi bazami drenażu wód podziemnych użytkowych poziomów wodonośnych są jezioro Niegocin oraz położony w jego pobliżu system jezior rynnowych.

Poziom paleogeński jest wprawdzie słabo rozpoznany, jednakże ze względu na jego bezpośrednią łączność hydrauliczną z zasolonym poziomem górnokredowym należy się spodziewać wysokich stężeń chlorków. Poziom górnokredowy charakteryzuje się wysoką mineralizacją osiągającą 4 g/dm³ i z tego względu nie ma charakteru użytkowego.



Rysunek 39. Profile geologiczne i ich lokalizacja w JCWPD nr 21. Źródło: PSH



Rysunek 40. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 21. Źródło: PSH

Tabela 27. Charakterystyka JCWPd nr 21

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2004 r.)	Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2007 r.)	Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2008 r.)	Ocena stanu ilościowego (wg danych z 2008 r.)
				Stratygrafia	Udział [%]				
1176,25	Pregoła	Q ₂	Q	Q	100	SLABA	DOBRA	DOBRA	DOBRA

W obszarze jednostki zidentyfikowana została presja rolnicza. Na jej obszarze znajduje się OSN nr 2: zlewnia studni 848, DOBA. Istotnym problemem jednostki jest również niedostateczna sanitacja obszarów wiejskich i rekreacyjnych.

Ocena stanu chemicznego: W ramach monitoringu operacyjnego 2009, w JCWPd nr 21 opróbowano 11 punktów pomiarowych. Wszystkie otwory badawcze są zafiltrowane w osadach czwartorzędowych, zalegających na różnych głębokościach (Tabela 28). Wyniki analiz fizykochemicznych wykazały tylko lokalne wysokie stężenia jonów NO₃ (punkt 848: 62,1 mgNO₃/l) o genezie antropogenicznej. W większości punktów odnotowano wysokie stężenia jonów żelaza, wapnia i HCO₃, których występowanie w wodach podziemnych ma charakter geogeniczny. Większość próbek wody zaklasyfikowano do III klasy jakości, z wyjątkiem próbki wody z punktu 848 (Doba), gdzie na skutek wysokich stężeń azotanów, próbkę wody zaklasyfikowano do IV klasy jakości. Punkt ten leży w obrębie obszaru szczególnie narażonego na zanieczyszczenia pochodzenia rolniczego. W punktach 847, 2517, 2717, 1674 i 2514 stężenia poszczególnych wskaźników fizykochemicznych przekraczają 75% wartości progowej dobrego stanu wód podziemnych (Tabela 7).

Agregacja stężeń z 11 punktów nie wykazała przekroczeń wartości granicznych właściwych dla III klasy jakości, co sugeruje, że ogólna jakość wód w JCWPd nr 21 jest dobra, chociaż punktowe ogniska zanieczyszczeń z pewnością mają wpływ na jakość wód podziemnych w rozumieniu lokalnym.

Tabela 28. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 21

Nr MONBADA	Głębokość ww. strop [m]	Stratygrafia	Ocena klasy jakości w punkcie	Ocena stanu JCWPd wg stężeń w warstwach wodonośnych		Ocena stanu chemicznego JCWPd (wg danych z 2009 r.)
				Ocena stanu chemicznego	Wskaźniki w zakresie stężeń dla IV i V klasy jakości	
848	0.95	Q	IV	DOBRA		DOBRA
2515	6.5	Q	III			
2520	21	Q	III			
2519	29	Q	III			
2516	31.5	Q	III			
1674	35	Q	III			
2518	39	Q	III			
2514	42	Q	III			
2717	42	Q	III			
2517	48	Q	III			
847	58.2	Q	III			

Jednolita część wód podziemnych nr 25

Charakterystyka hydrogeologiczna: JCWPd nr 25 obejmuje obszar regionu Dolnej Odry, mający powierzchnię 1412,07 km². Jest to obszar występowania wód podziemnych w utworach wodonośnych czwartorzędu i neogenu (Rysunek 41). 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 glacytektoniczne oraz brak ciągłości i zróżnicowanie w rozprzestrzenieniu poszczególnych warstw (Rysunek 42).

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 ciekły powierzchniowe i jeziora. Zwierciadło ma charakter swobodny.

Poziom międzyglinowy jest głównym użytkowym poziomem wodonośnym w zdecydowanej części obszaru omawianej JCWPd. 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 słaboizolowany 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.

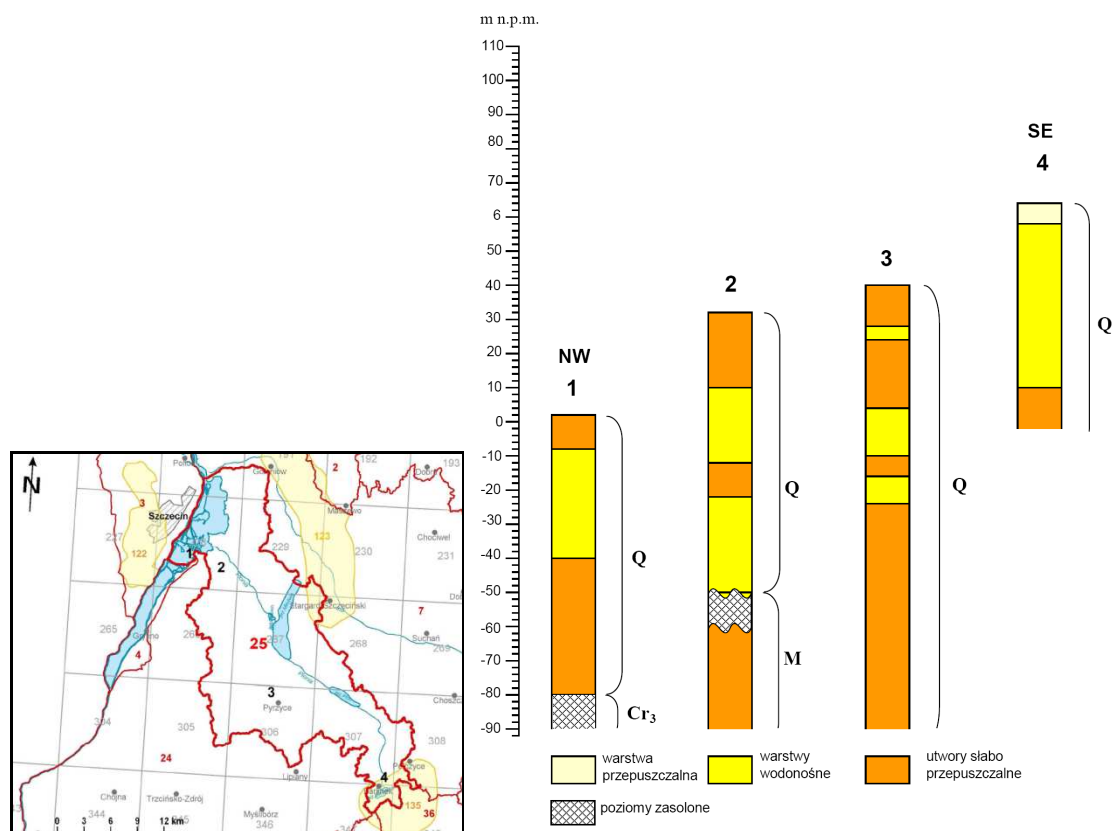
Poziom podglinowy związany jest z osadami zlodowaceń południowopolskich. Warstwa wodonośna zbudowana jest z piasków drobnoziarnistych i pylastych. Omawiany poziom został najlepiej rozpoznany w centralnej części JCWPd. Jego strop zalega na rzędnej od –23,4 do –28,0 m n.p.m. Zwierciadło wody ma charakter 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 mioceński 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.

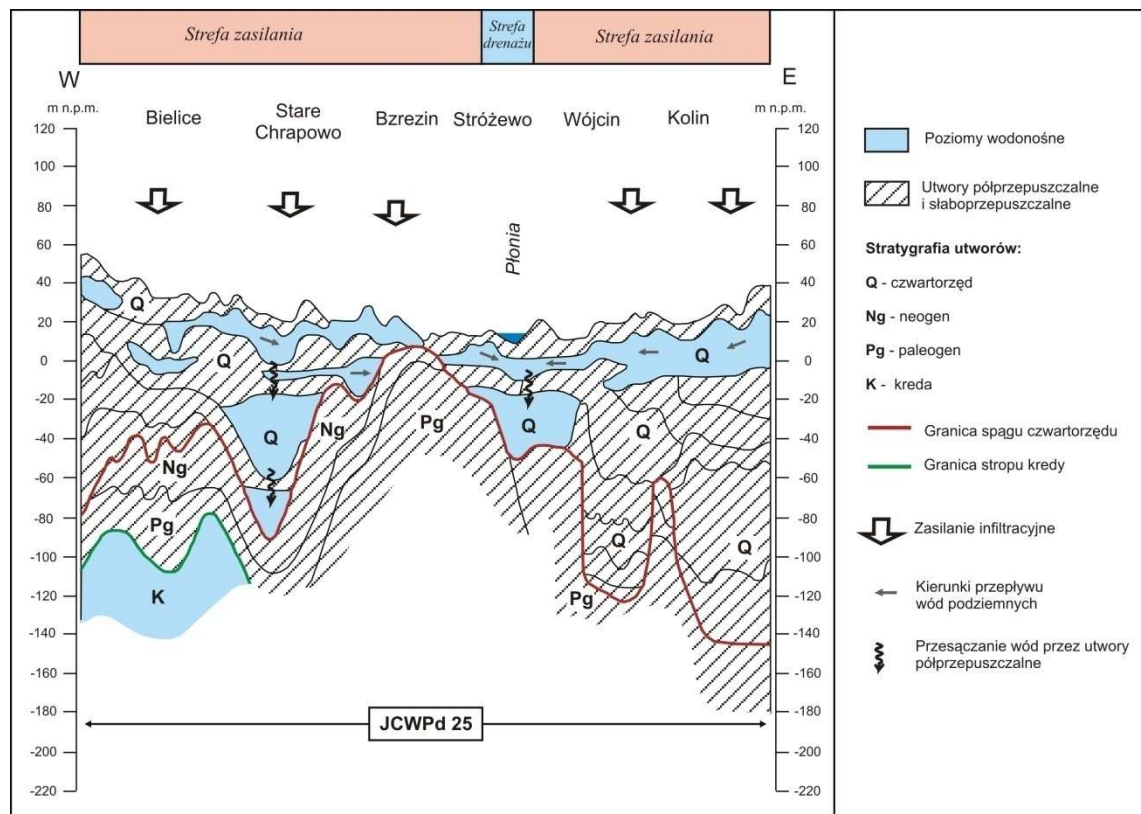
Kredowe piętro wodonośne reprezentowane jest przez poziomy wodonośny występujący w utworach kredy górnej i dolnej. Są to wody porowe bądź porowo-szczelinowe, charakteryzujące się wysoką mineralizacją.

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



Rysunek 42. Model koncepcyjny krążenia wód podziemnych w JCWPd nr 25. Źródło: PSH

Tabela 29. Charakterystyka JCWPd nr 25

Powierzchnia [km ²]	Dorzecze	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Główny użytkowy poziom wodonośny	Struktura poboru rejestrowanego		Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2004 r.)	Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2007 r.)	Ocena stanu chemicznego (wg danych z 2008 r.)	Ocena stanu ilościowego (wg danych z 2008 r.)
				Stratygrafia	Udział [%]				
1412,07	Odra	Q ₍₁₋₃₎ , (M), (M ²), (K ₃ ²)	Q	Q	100	SLABA	DOBRA	DOBRA	DOBRA

W obszarze jednostki zidentyfikowana została presja rolnicza. Na jej obszarze znajduje się OSN nr 18:

zlewnia rzeki Płonia. Ocena stanu chemicznego: W ramach monitoringu operacyjnego 2009 opróbowano łącznie 16 punktów pomiarowych na terenie JCWPd 25, wszystkie zlokalizowane w płytkich utworach czwartorzędowych o głębokość do warstwy wodonośnej pomiędzy 0,8–20,0 m. Wyniki analiz fizykochemicznych, tylko w jednym punkcie, o numerze 2523, wykazały znaczące stężenia jonów NO₃ (50,1 mgNO₃/l), potasu (124,40 mgK/l) i wodorowęglanów (511,18 mgHCO₃/l) wskazując na presję antropogeniczną. Jest to punkt leżący wewnątrz OSN nr 18. W pozostałych punktach brak jest przekroczeń wartości granicznych III klasy jakości, chociaż stężenia w zakresie tej klasy są częste w przypadku jonów wapnia i żelaza (charakter geogeniczny). W punktach 2525, 2522, 2524 i 2217 odnotowano wartości stężeń poszczególnych wskaźników fizykochemicznych powyżej 75% wartości granicznej III klasy jakości (wartości progowej stanu dobrego). Szczególnie punkt 2522 zasługuje na uwagę w kolejnych seriach pomiarowych ze względu na przekroczenie wartości 75% III klasy jakości dla kilku wskaźników, włączając Ca, HCO₃, SO₄ i K (Tabela 7). Agregacja stężeń ze wszystkich punktów pomiarowych nie wykazała przekroczeń wartości granicznych właściwych dla III klasy jakości w przypadku żadnego z oznaczanych wskaźników fizykochemicznych, co wskazuje, że ogólna jakość wód podziemnych w JCWPd nr 25 w 2009 r. była dobra (Tabela 30). Średnie stężenie potasu w jednostce było jednak wyższe niż 75% wartości progowej dobrego stanu wód.

Tabela 30. Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w JCWPd nr 25

Nr MONBADA	Głębokość ww. strop [m]	Stratygrafia	Ocena klasy jakości w punkcie	Ocena stanu JCWPd wg stężeń w warstwach wodonośnych		Ocena stanu chemicznego JCWPd (wg danych z 2009 r.)
				Ocena stanu chemicznego	Wskaźniki w zakresie stężeń dla IV i V klasy jakości	
2528	0,8	Q	III	DOBRA		DOBRA
2218	2	Q	II			
2527	3,6	Q	III			
2156	5,9	Q	III			
2526	6	Q	III			
949	7	Q	III			
2529	7,2	Q	III			
2217	8,9	Q	III			
2522	9,8	Q	III			
2225	12	Q	III			
2525	13	Q	III			
2523	13	Q	V			
2216	14,5	Q	III			
2521	18	Q	II			
2524	20	Q	III			
2223	<20	Q	III			