

# INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA

## OCENA STANU CHEMICZNEGO I ILOŚCIOWEGO JEDNOLITYCH CZĘŚCI WÓD PODZIEMNYCH W 2007 ROKU



Biblioteka Monitoringu Środowiska  
Warszawa 2010

**INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA**

**OCENA STANU CHEMICZNEGO I ILOŚCIOWEGO  
JEDNOLITYCH CZĘŚCI WÓD PODZIEMNYCH  
W 2007 ROKU**



Sfinansowano ze środków  
Narodowego Funduszu Ochrony  
Środowiska i Gospodarki Wodnej

**BIBLIOTEKA MONITORINGU ŚRODOWISKA**

**Warszawa 2010**

Opracowano w Państwowym Instytucie Geologicznym na zamówienie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska i sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Druk sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na zamówienie Ministra Środowiska



Sfinansowano ze środków  
Narodowego Funduszu Ochrony  
Środowiska i Gospodarki Wodnej

### **Zespół autorski**

Jan Mitręga, Tadeusz Hordejuk, Urszula Czarniecka-Januszczuk, Zbigniew Frankowski, Piotr Gałkowski, Piotr Herbich, Mateusz Hordejuk, Katarzyna Janecka-Styrcz, Agnieszka Kowalczyk, Jolanta Kublik, Anna Kuczyńska, Krzysztof Majer, Kamil Myciuk, Zbigniew Nowicki, Dorota Palak, Anna Rojek, Andrzej Sadurski, Lesław Skrzypczyk, Izabela Stępińska-Drygała, Piotr Wesołowski

Zdjęcie na okładce: studnia na rynku w Zwoleniu

Autor fotografii: Wojciech Komorowski

Copyright by Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa 2010

ISBN 978-83-61227-28-1

Wydanie I

Nakład 500 egzemplarzy

Druk i oprawa:



Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB  
ul. K. Pułaskiego 6/10, 26-600 Radom, tel. centr. (48) 364-42-41, fax (48) 3644765  
e-mail: [instytut@itee.radom.pl](mailto:instytut@itee.radom.pl) <http://www.itee.radom.pl>

2044

# Spis treści

Spis tabel .....	4
Spis rysunków .....	5
Słowo wstępne .....	11
<b>1. Wprowadzenie .....</b>	<b>15</b>
<b>2. Cel i zakres opracowania.....</b>	<b>17</b>
<b>3. Podstawy oceny stanu chemicznego i ilościowego .....</b>	<b>19</b>
3.1. Przepisy prawne .....	19
3.2. Wyniki badań oraz ocena ich wiarygodności .....	23
<b>4. Uwarunkowania hydrogeologiczne .....</b>	<b>29</b>
4.1. Charakterystyka wieloletnich wahań poziomu wód podziemnych i podziemnego zasilania rzek.....	31
4.2. Schematyzacja warunków hydrogeologicznych .....	33
4.3. Tryt w wodach podziemnych jako identyfikator presji i podatności na zagrożenia wód podziemnych .....	37
<b>5. Zasady interpretacji wyników badań składu chemicznego wód podziemnych i sposób ich interpretacji.....</b>	<b>41</b>
<b>6. Stan chemiczny jednolitych części wód podziemnych .....</b>	<b>45</b>
6.1. Ocena stanu chemicznego w punktach pomiarowych.....	45
6.2. Ocena stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych .....	51
6.3. Ocena stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych w układzie obszarów dorzeczy .....	79
<b>7. Stan ilościowy jednolitych części wód podziemnych.....</b>	<b>89</b>
7.1. Ocena zmian położenia zwierciadła wód podziemnych w punktach pomiarowych .....	89
7.2. Ocena stanu ilościowego jednolitych części wód podziemnych .....	93
7.3. Ocena stanu ilościowego jednolitych części wód podziemnych w układzie obszarów dorzeczy .....	95
<b>8. Porównanie dotychczasowych metod i ocen stanu jednolitych części wód podziemnych .....</b>	<b>103</b>
<b>9. Zagadnienia presji i istotnych oddziaływań na wody podziemne .....</b>	<b>113</b>
<b>10. Konieczność wydzielenia subczęści oraz modyfikacja granic jednolitych części wód podziemnych .....</b>	<b>119</b>
<b>11. Uwagi dotyczące sieci pomiarowej monitoringu wód podziemnych .....</b>	<b>127</b>
<b>12. Podsumowanie i wnioski .....</b>	<b>129</b>
<b>13. Spis literatury i wykorzystanych materiałów .....</b>	<b>131</b>
<b>14. Cytowane Ustawy i rozporządzenia .....</b>	<b>136</b>

## Spis tabel

Tabela 1.	Struktura sieci monitoringu diagnostycznego i operacyjnego stanu chemicznego wód podziemnych w układzie piętrowo-wodonośnych .....	24
Tabela 2.	Struktura sieci monitoringu stanu ilościowego wód podziemnych w układzie piętrowo-wodonośnych .....	26
Tabela 3.	Wartości graniczne elementów fizykochemicznych stanu wód podziemnych w klasach jakości wód podziemnych – załącznik do Rozporządzenia Ministra Środowiska 23 lipca 2008 r.....	41
Tabela 4.	Klasy jakości wód podziemnych z wodonośnych piętrowo-wodonośnych na podstawie badań wykonanych w 2007 roku w sieci monitoringu diagnostycznego i sieci monitoringu operacyjnego systemu PMŚ .....	48
Tabela 5.	Procentowy udział wskaźników fizykochemicznych w poszczególnych klasach jakości wód wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008, Dz. U. nr 143, poz. 896 .....	49
Tabela 6.	Tło hydrogeochemiczne i wartości graniczne wód klasy III .....	76
Tabela 7.	Ocena stanu chemicznego JCWPd w dorzeczach .....	87
Tabela 8.	Ocena stanu ilościowego JCWPd w dorzeczach .....	98
Tabela 9.	Ocena stanu chemicznego oraz stanu ilościowego wód podziemnych w obszarach JCWPd i w dorzeczach według badań wykonanych w 2007 roku na tle ocen sporządzonych w latach 2005–2008, rekomendacje JCWPd do monitoringu operacyjnego wód podziemnych. *Według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008, Dz. U. nr 143, poz.896 .....	104
Tabela 10.	Górnictwo odkrywkowe .....	116
Tabela 11.	Górnictwo podziemne .....	117
Tabela 12.	Komunalne i przemysłowe ujęcia wody podziemnej .....	118
Tabela 13.	Wykaz subczęści JCWPd wydzielonych z uwzględnieniem granic skalonych jednolitych części wód powierzchniowych (SCW), wykazujących oddziaływanie zmian stanu wód podziemnych na ekosystemy wodne i lądowe (Herbich i in., 2007) .....	125

## Spis rysunków

Rys. 1. Jednolite części wód podziemnych w Polsce, stan na koniec 2007 r. (wg Herbich i in., 2006; Nowicki, Sadurski, 2007) .....	16
Rys. 2. Lokalizacja sieci punktów pomiarowych monitoringu diagnostycznego i operacyjnego systemu PMŚ z 2007 r. (Hordejuk T. i in., 2008) .....	25
Rys. 3. Opady średnie z wielolecia 1971–2000 na obszarze Polski (Lorenc, 2005) .....	29
Rys. 4. Susze atmosferyczne i hydrologiczne w Polsce w okresie 1951–1995 (Mager, Kuźnicka, 1999).....	30
Rys. 5. Względne zmiany średniego opadu rocznego pomiędzy okresami kontrolnymi 1961–1990 i 2071–2100, na podstawie modelu IPCC SRES, scenariusz A2 ( <a href="http://peseta.jrc.es/docs/ClimateModel.html">http://peseta.jrc.es/docs/ClimateModel.html</a> ) .....	31
Rys. 6. Wieloletnia cykliczność zmian położenia zwierciadła wody podziemnej, zestawiona na podstawie obserwacji w reprezentatywnych punktach monitoringu (Hordejuk T. i in., 2008); numery identyfikacyjne punktów podano wg obowiązującego kodu (Kazimierski i in., 2007) .....	32
Rys. 7. Schemat regionalnego rozkładu podstawowych składników do surowego bilansu wodno-gospodarczego wód podziemnych. ....	34
Rys. 8. JCWPd w obrębie jednowarstwowej struktury hydrogeologicznej (wg Z. Nowickiego, mat. arch. autora).....	35
Rys. 9. JCWPd w obrębie występowania przepływów szczelinowych i szczelinowo-krasowych (wg Z. Nowickiego, mat. arch. autora) .....	35
Rys. 10. JCWPd na obszarach występowania osadów kenozoicznych, w tym czwartorzędowych (wg Z. Nowickiego, mat. arch. autora) .....	36
Rys. 11. JCWPd w systemach wielowarstwowych (wg Z. Nowickiego, mat. arch. autora).	36
Rys. 12. Schemat przepływu wód podziemnych w obrębie JCWPd w rejonie Wysoczyzny Elbląskiej (wg M. Lidzbarskiego, mat. arch. autora).....	37
Rys. 13. Regionalna schematyzacja warunków hydrostrukturalnych i użytkowania wód podziemnych w Polsce (Hordejuk T. i in., 2008) .....	38
Rys. 14. Stężenia trytu w wodach podziemnych w funkcji głębokości zafiltrowania w punktach monitoringu sieci krajowej .....	39
Rys. 15. Stężenie trytu w wodach podziemnych w strefach eksploatacji ujęć i systemów odwodnieniowych .....	39
Rys. 16. Średnie stężenia trytu w poszczególnych przedziałach głębokości .....	40
Rys. 17. Jakość wód podziemnych w 2007 r. Oceny w punktach pomiarowych sieci monitoringu diagnostycznego i operacyjnego (Hordejuk i in., 2008) .....	47
Rys. 18. Występowanie azotanów w wodach podziemnych na podstawie monitoringu diagnostycznego systemu PMŚ .....	50
Rys. 19. Regionalne uwarunkowania decydujące o agregacji JCWPd na obszarze Polski (Hordejuk T. i in., 2008).....	52

- Rys. 20. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 12, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:  
 a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatywne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).. 53
- Rys. 21. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 14, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:  
 a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatywne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).. 54
- Rys. 22. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 16, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:  
 a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatywne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).. 55
- Rys. 23. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 17, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:  
 a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatywne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).. 56
- Rys. 24. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 26, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:  
 a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatywne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).. 57
- Rys. 25. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 30, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:  
 a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatywne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).. 58
- Rys. 26. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 32, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:  
 a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatywne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).. 59
- Rys. 27. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 35, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:  
 a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatywne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).. 60
- Rys. 28. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 36, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:  
 a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatywne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).. 61
- Rys. 29. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 38, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:  
 a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatywne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).. 62

- Rys. 30. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 52, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:  
a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatorywne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).. 63
- Rys. 31. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 59, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:  
a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatorywne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).. 64
- Rys. 32. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 73, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:  
a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatorywne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).. 65
- Rys. 33. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 83, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:  
a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatorywne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).. 66
- Rys. 34. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 92, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:  
a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatorywne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).. 67
- Rys. 35. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 110, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:  
a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatorywne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).. 68
- Rys. 36. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 120, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:  
a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatorywne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).. 69
- Rys. 37. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 128, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:  
a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatorywne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).. 70
- Rys. 38. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 138, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:  
a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatorywne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).. 71
- Rys. 39. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 154, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:  
a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatorywne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ).. 72



Rys. 40. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 155, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych: a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ , $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatorywne ( $\text{Cl}^-$ , $\text{SO}_4^{2-}$ )..	73
Rys. 41. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 158, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych: a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ , $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatorywne ( $\text{Cl}^-$ , $\text{SO}_4^{2-}$ ) .	74
Rys. 42. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 159, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych: a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ , $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatorywne ( $\text{Cl}^-$ , $\text{SO}_4^{2-}$ )..	75
Rys. 43. Klasyfikacja stężeń tlenu rozpuszczonego w wodach podziemnych w reprezentatywnych punktach monitoringu (2007 r.): A – w granicach dorzeczy na obszarze Polski; B – wizualizacja wyników klasyfikacji na tle hydraulicznej charakterystyki systemu wodonośnego .....	80
Rys. 44. Klasyfikacja stężeń arsenu w wodach podziemnych w reprezentatywnych punktach monitoringu (2007 r.): A – w granicach dorzeczy na obszarze Polski; B – wizualizacja wyników klasyfikacji na tle hydraulicznej charakterystyki systemu wodonośnego .....	81
Rys. 45. Klasyfikacja stężeń kadmu w wodach podziemnych w reprezentatywnych punktach monitoringu (2007 r.): A – w granicach dorzeczy na obszarze Polski; B – wizualizacja wyników klasyfikacji na tle hydraulicznej charakterystyki systemu wodonośnego .....	82
Rys. 46. Klasyfikacja stężeń ołowiu w wodach podziemnych w reprezentatywnych punktach monitoringu (2007 r.): A – w granicach dorzeczy na obszarze Polski; B – wizualizacja wyników klasyfikacji na tle hydraulicznej charakterystyki systemu wodonośnego .....	83
Rys. 47. Klasyfikacja przewodności elektrolitycznej w 20°C w wodach podziemnych w reprezentatywnych punktach monitoringu (2007 r.): A – w granicach dorzeczy na obszarze Polski; B – wizualizacja wyników klasyfikacji na tle hydraulicznej charakterystyki systemu wodonośnego .....	84
Rys. 48. Klasyfikacja odczynu pH w wodach podziemnych w reprezentatywnych punktach monitoringu (2007 r.): A – w granicach dorzeczy na obszarze Polski; B – wizualizacja wyników klasyfikacji na tle hydraulicznej charakterystyki systemu wodonośnego .....	85
Rys. 49. Ocena stanu chemicznego JCWPd dla dorzecza Odry oraz Dunaju, Jarft, Łaby i Ucker, a także Wisły oraz Dniestru, Niemna, Pregoty i Świerzej, wg danych z monitoringu wód podziemnych (Hordejuk T. i in., 2008) .....	88

Rys. 50. Zmienność wydajności źródła i jej standaryzowane wartości w wieloleciu 1989–2007 w punkcie PL01G158_007 sieci krajowej, monitoringu stanu ilościowego wód podziemnych na obszarze JCWPd 158 .....	89
Rys. 51. Zmienność poziomu wód podziemnych i jego standaryzowane wartości w wieloleciu 1976–2007 w punkcie PL01GO30_002 sieci krajowej monitoringu stanu ilościowego wód o zwierciadle swobodnym na obszarze JCWPd 30 .....	90
Rys. 52. Zmienność poziomu wód podziemnych i jego standaryzowane wartości w wieloleciu 1976–2007 w punkcie PL01G048_010 sieci krajowej monitoringu stanu ilościowego wód o zwierciadle swobodnym na obszarze JCWPd 48 .....	90
Rys. 53. Zmienność poziomu wód podziemnych i jego standaryzowane wartości w wieloleciu 1976–2007 w punkcie PL02G063_001 sieci krajowej monitoringu stanu ilościowego wód wglębnych na obszarze JCWPd 63 .....	91
Rys. 54. Zmienność poziomu wód podziemnych i jego standaryzowane wartości w wieloleciu 1976–2007 w punkcie PL01G017_002 sieci krajowej monitoringu stanu ilościowego wód o zwierciadle swobodnym na obszarze JCWPd 17 .....	91
Rys. 55. Zmienność poziomu wód podziemnych i jego standaryzowane wartości w wieloleciu 1976–2007 w punkcie PL02G001_008 sieci krajowej monitoringu stanu ilościowego wód wglębnych na obszarze JCWPd 1 .....	92
Rys. 56. Zmienność poziomu wód podziemnych i jego standaryzowane wartości w wieloleciu 1976–2007 w punkcie PL02G096_003 sieci krajowej monitoringu stanu ilościowego wód wglębnych kredy na obszarze JCWPd 96 .....	92
Rys. 57. Zmienność poziomu wód podziemnych i jego standaryzowane wartości w wieloleciu 1976–2007 w punkcie PL02G096_004 sieci krajowej monitoringu stanu ilościowego wód wglębnych czwartorzędu na obszarze JCWPd 96 .....	93
Rys. 58. Regionalna charakterystyka JCWPd na podstawie wskaźnika wykorzystania dostępnych zasobów wód podziemnych (Hordejuk T. i in., 2008) .....	96
Rys. 59. Ocena stanu ilościowego JCWPd dla dorzecza Odry oraz Dunaju, Jarft, Łaby i Ucker, a także Wisły oraz Dniestru, Niemna, Pregoly i Świeże, wg danych z monitoringu stanu ilościowego wód podziemnych (Hordejuk T. i in., 2008).....	97
Rys. 60. A – zmiany średniego położenia swobodnego zwierciadła wód podziemnych w centralnym rejonie Polski; B – zmiany rocznego odpływu całkowitego z obszaru dorzeczy na tle wielkości opadów w okresie 1975–2007 .....	100
Rys. 61. Schemat przewidywanych zmian stężeń zanieczyszczeń w wodach podziemnych wrażliwych na skutki naturalnych zmian klimatycznych, w ujęciu dłuższym niż obligatoryjny, 6-letni cykl obserwacji .....	101
Rys. 62. Średnie stężenia azotanów w funkcji średnich stężeń trytu. Kolor czerwony oznacza obszary szczególnie narażone (ok. 120 próbek), czarny – obszary poza OSN .....	114
Rys. 63. Okręgi górnictwa podziemnego i powierzchniowego, w których prowadzone są bardzo intensywne odwodnienia (na podstawie Wilk red., 2003) .....	116

Rys. 64. Schemat hydrogeologiczny Suwalszczyzny (Nowakowski, Nowicki, 2007) .....	119
Rys. 65. Ogólny algorytm postępowania przy opracowaniu oceny zagrożenia ryzykiem nieosiągnięcia celów środowiskowych JCWPd (Herbich, 2006) .....	121
Rys. 66. Systemy nieprzeobrażonych antropogenicznie (SNPA) zwykłych wód podziemnych (Paczyński, 2002) .....	122
Rys. 67. Główne zbiorniki wód podziemnych na tle JCWPd z uwzględnieniem ich stanu (Hordejuk i in., 2008) .....	123
Rys. 68. Prognostyczna ocena nieosiągnięcia dobrego stanu ilościowego w JCWPd i subczęściach wód podziemnych w 2015 r. (Herbich i in., 2007) .....	124

## **Słowo wstępne**

*Publikowana w tym tomie „Ocena stanu Jednolitych Części Wód Podziemnych (JCWPd)” jest obszernym wielowątkowym opracowaniem pokazującym ilościowy i chemiczny stan wód podziemnych w Polsce. Ocena stanu wykonywana jest w ramach implementacji Ramowej Dyrektywy Wodnej UE (RDW) oraz Dyrektywy dotyczącej ochrony Wód Podziemnych (DWP) Implementacja RDW i DWP realizowana jest po raz pierwszy co powoduje, że metodyka sporządzania oceny jest wciąż kształtowana i nie wszystkie procedury są ostatecznie opracowane.*

*Dyrektywy Unii Europejskiej traktują wody naturalne jako „dziedziczone dobro, które musi być chronione, bronione i traktowane jako takie”. Duży nacisk kładzie się na środowiskową rolę wody w odróżnieniu od użytkowego traktowania wody jako produktu handlowego. Wprowadzono wiele nowych pojęć i zasadę holistycznego zlewniowego traktowania problemów wód w tym wód podziemnych.*

*Podstawą sukcesu implementacji RDW jest Integracja działań w różnych dziedzinach. Chodzi o ograniczenie lub likwidację (np. pestycydy) emisji do wód podziemnych zanieczyszczeń z różnego typu ognisk. Strzegą tego liczne dyrektywy współdziałające z RDW. Z drugiej strony bada się stan samych wód podziemnych przez ustanowienie odpowiednich standardów środowiskowych oraz wartości progowych (TV) decydujących o przekroczeniu dobrego stanu chemicznego wód podziemnych. Oceny stanu przewidywane są przez RDW cyklicznie w okresach 6-letnich co pozwoli na ciągłe doskonalenie ochrony wód podziemnych.*

*Przedstawiona ocena stanu chemicznego JCWPd oparta jest na podstawie wyników monitoringu diagnostycznego i operacyjnego w 2007 roku. Wyniki zaprezentowane w publikacji wskazują, że statystycznie rzecz ujmując stan chemiczny wód podziemnych Polski jest w większości JCWPd generalnie dobry. Należy jednak mieć na względzie, że zakres wykonywanych analiz nie obejmował substancji organicznych poza wskaźnikowym ogólnym węglem organicznym OWO. Obecność zanieczyszczeń organicznych (rozpuszczalniki, benzen) są w ostatnim czasie wykrywane przez lokalne monitoringi ujęć wód podziemnych. Nie przedstawiono także przykładów istotnego trendu zmian pod wpływem antropopresji. Przy określaniu presji antropogenicznej w następnym cyklu oceny zgodnie z RDW trzeba na w/w problemy zwrócić szczególną uwagę.*

*Stan ilościowy JCWPd oparty został na ocenie zmian zwierciadła wody oraz na porównaniu poboru wody z zasobami dostępnymi. Autorzy zwracają uwagę, że precyzyjna ocena poboru całkowitego jest trudna, ze względu na dopuszczenie w Polsce do niekontrolowanego poboru w ramach zwykłego korzystania z wody. Ocena zmian zwierciadła wody została ukierunkowana na wpływ czynników naturalnych. Jest to ważne ale nie może być rozpatrywane bez uwzględnienia wielkości poboru wody. Pobór ten w krajach Europy środkowej i wschodniej spadł istotnie po 1989 roku w wyniku transformacji ustrojowej (mniej wodochłonne technologie, wprowadzenie ceny wody). Widać to po odbudowywaniu się zwierciadła wody na niektórych z prezentowanych rysunków (fig. 60). Autorzy piszą o skutkach tego procesu (podtopienia) ale nie łączą ich w ciąg przyczynowo-skutkowy. Temat ten jest wart opracowania w kolejnych ocenach nawet w skali wszystkich państw tego regionu.*

Monitoring wód podziemnych stanowi wg RDW bardzo istotny element wyznaczający konieczne działania naprawcze, niezbędne dla przywrócenia wodom podziemnym stanu dobrego. Wymaga to działań kompleksowych w różnych resortach zajmujących się w Polsce problemami wód podziemnych. Chodzi między innymi o zrozumienie specyfiki wód podziemnych jako regulatora cyklu hydrologicznego i decydującego o stanie ekosystemów wodnych i lądowych od wód podziemnych zależnych. Powinna się do tego przyczynić publikacja wyników monitoringu. Opracowanie niniejsze idzie w tym kierunku chociaż w przyszłości powinno się zwiększyć w nim ilość modeli konceptualnych wyjaśniających warunki krążenia wód podziemnych i na przykład powiązania ich z ekosystemami od nich zależnymi.

Potrzebny jest także ciągły iteracyjny proces zbieżności teorii z praktyką. Konieczne jest praktyczne podejście do monitoringu (ekonomia) ale nie można dopuszczać do petryfikacji ustalonych procedur. Potrzeba ciągłej współpracy z nauką. Np. z przedstawionych w publikacji danych jasno wynika, że istniejąca sieć monitoringu powinna być traktowana jako niewystarczająca. Wymaga ona wg mnie ciągłego rozbudowywania i powiększania zakresu badań. Autorzy sugerują taką rozbudowę dla szeregu JCWPd. Powinien to być proces ciągły, okresowo podsumowywany zwłaszcza jeśli chodzi o monitoring badawczy.

Istotne problemy sygnalizowane częściowo w końcowych rozdziałach publikacji dotyczą konieczności nowego podejścia do wyznaczenia JCWPd. Należy się zastanowić jak traktować wielopoziomowe JCWPd dominujące w Polsce. Czy rozdzielać ocenę stanu wg głębokości (co częściowo czynią autorzy w stosunku do ocen w punktach badawczych ale nie dla ocen obszarowych) czy wg podatności na zanieczyszczenie, czy też jeszcze innego kryterium.

Ważne jest także uwzględnienie zdolności środowiska do samooczyszczania się wód podziemnych z niektórych zanieczyszczeń oraz uwzględnienie w ocenie możliwości uzasadnionego ekonomicznie i technicznie procesu uzdatniania wód przeznaczonych do spożycia.

Metodyka wyznaczania wartości progowych (TV) niezbędnych dla oceny stanu chemicznego wód podziemnych jest wciąż dyskutowana w Unii Europejskiej. W pierwszym cyklu implementacji RDW jest to zadanie poszczególnych krajów członkowskich UE, stąd zróżnicowany zakres i ilość TV. W Polsce przyjęto podejście od ogółu do szczegółu. Wprowadzono wspólną dla całego kraju klasyfikację wód podziemnych z wyznaczeniem wspólnych wartości progowych dla przekroczenia dobrego stanu chemicznego. Po zebraniu doświadczeń między innymi z tego opracowania i po zwiększeniu rozpoznania możliwe jest ustalenie zróżnicowanych wartości progowych dla mniejszych jednostek wód podziemnych, aż do indywidualnych JCWPd.

Bardzo ważną cechą wód podziemnych jest zazwyczaj powolność ich przepływu w przeciwieństwie do sypływu powierzchniowego. Powolny przepływ wód podziemnych powoduje, że migrujące w wodach zanieczyszczenia docierają do stref drenażu dopiero po wielu latach lub dziesiątkach lat. Stąd konieczność rozpatrywania wyników monitoringu wód podziemnych z uwzględnieniem czasu opóźnienia (np. wysokie nawożenie w odległej przeszłości). W okresach niskich stanów, wody podziemne są głównym źródłem zasilania wód rzecznych. Wymaga to uwzględnienia znacznego opóźnienia reakcji wód rzecznych na antropopresję. Bardzo ważnym zadaniem monitoringu jest zatem określenie skali czasowej dla wymiany

wody i migracji w nich zanieczyszczeń. Podjęta przez autorów próba takiej oceny (rozdz. 3.3) powinna być kontynuowana.

Szczególnej ochrony wymagają wody podziemne stanowiące źródło wody przeznaczonej do spożycia przez człowieka. Polska ma tu wieloletnie doświadczenia związane z wyznaczeniem Głównych Zbiorników Wód Podziemnych GZWP wymagających szczególnej ochrony oraz z pokazaniem Systemów nie przeobrażonych antropogenicznie SNPA wód podziemnych. Przedstawiono te problemy w publikacji. Zastosowana w Polsce klasyfikacja wód podziemnych sprzyja pokazaniu tego typu wód o bardzo dobrej jakości (Klasa 1) na mapach oceny stanu chemicznego wód podziemnych w punktach monitoringowych (por np. fig. 28) Ograniczenie się w ocenie tylko do wartości progowych jak to jest w innych krajach UE może prowadzić do zaniedbania ochrony tego typu najcenniejszych wód.

Podsumowując należy stwierdzić, że publikacja oceny stanu JCWPd w Polsce stanowi istotny postęp w implementacji RDW w Polsce, chociaż ukazuje także konieczność dalszego doskonalenia metodyki i stawia nowe problemy, które mam nadzieję zostaną przez Państwowy Monitoring Środowiska i Państwową Służbę Hydrogeologiczną z powodzeniem rozwiązane.

prof. dr hab. Stanisław Witczak



# 1. Wprowadzenie

Opracowanie wykonane w ramach umowy nr 30/2006/F z dnia 15 listopada 2006 r., oraz Aneksu nr 1 do tej umowy z dnia 22 lipca 2008 r. zawartej pomiędzy Głównym Inspektoratem Ochrony Środowiska a Państwowym Instytutem Geologicznym w Warszawie, jest pierwszym publikowanym w Polsce raportem o stanie jednolitych części wód podziemnych (JCWPd). Podstawą oceny jest Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (Dz. U. Nr 143, poz. 896 z dnia 6 sierpnia 2008 r.). W rozporządzeniu tym dokonano regulacji prawnej w zakresie wdrożenia dyrektywy 2000/60/EC Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiającej ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej (Dz. Urz. L 327 z dnia 22.12.2000 r.) oraz dyrektywy 2006/118/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 grudnia 2006 r. w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu (Dz. Urz. L 372/19 z 27.12.2006 r.). Pierwsza z wymienionych dyrektyw nazywana jest dalej Ramową dyrektywą wodną (RDW), natomiast druga w uproszczeniu cytowana jest jako Dyrektywa wód podziemnych (DWP).

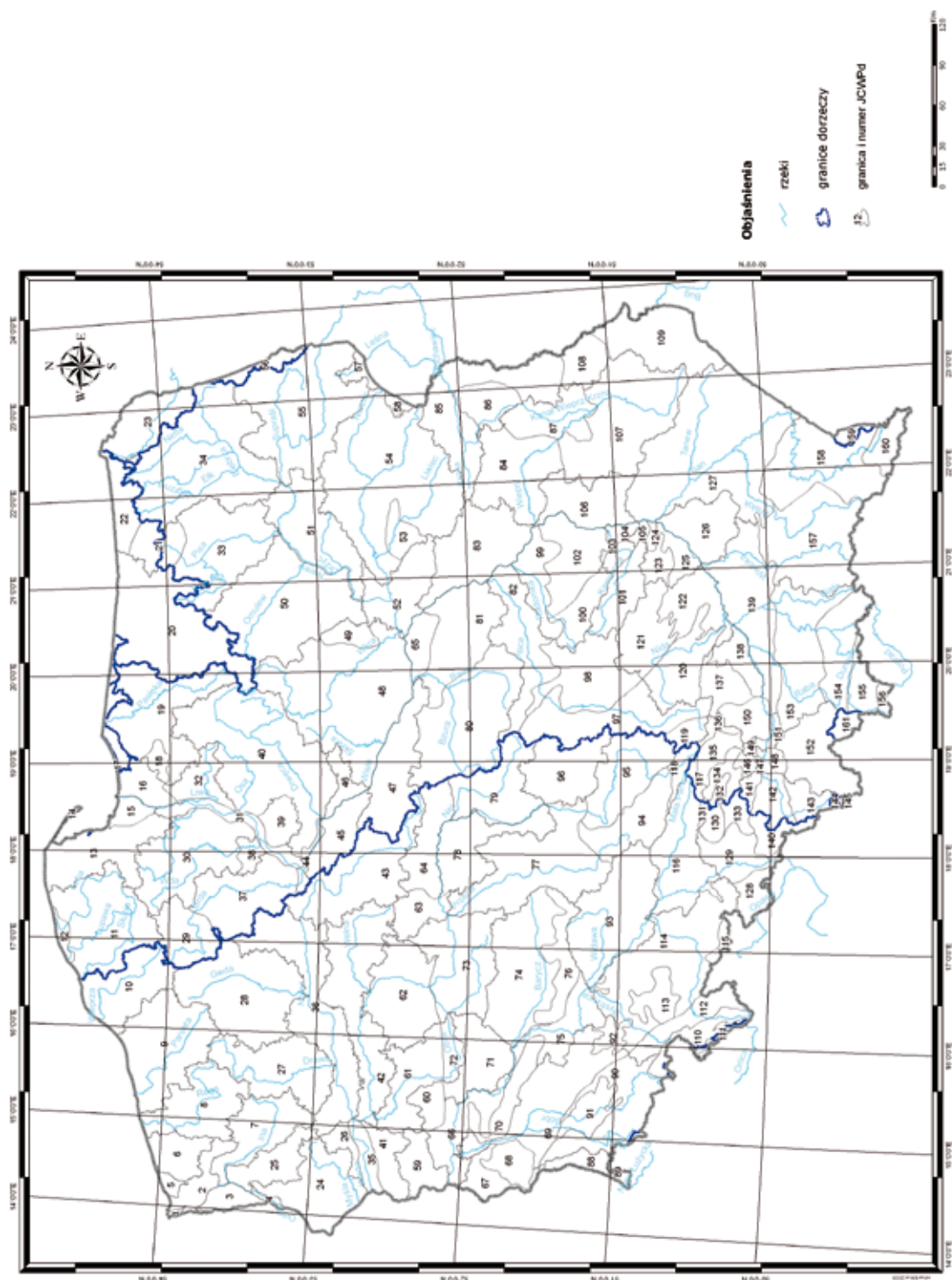
Raport o stanie wód podziemnych Polski został opracowany na podstawie wyników monitoringu diagnostycznego i operacyjnego prowadzonego w 2007 r. w ramach monitoringu jakości wód podziemnych, który funkcjonuje jako podsystem państwowego monitoringu środowiska (PMS). Wykorzystano również informacje z wcześniejszych pomiarów i badań, w tym z opracowań regionalnych. Z uwagi na niedostatek danych dotyczących szczegółowej regionalizacji hydrogeologicznej kraju, jak i brak modeli koncepcyjnych wszystkich Jednolitych Części Wód Podziemnych (JCWPd), w niniejszym opracowaniu posłużono się metodą ekspercką w wybranych regionach kraju. Jest to szczególnie uzasadnione z uwagi na brak punktów monitoringowych kilkunastu JCWPd. Opracowane przez państwową służbę hydrogeologiczną w PIG-PIB projekty uzupełniających stacji i otworów hydrogeologicznych nie zostały do końca 2007 r. zrealizowane z uwagi na brak środków finansowych. Oceny dokonano w odniesieniu do 161 JCWPd wydzielonych na terenie kraju (rys. 1). Do oceny stanu ilościowego JCWPd wykorzystano informacje o poborze wód i pomiarach zwierciadła wody w sieci monitoringowej.

Niedostatki danych zostały zniwelowane w znacznym stopniu w wyniku przeprowadzonej, dodatkowej analizy przestrzennej i reinterpretacji szeregu opracowań o zasięgu regionalnym wykonanych w latach 1988–2008.

W opracowaniu wskazano obszary, gdzie powinno się podjąć prace dla potrzeb rozbudowy monitoringu operacyjnego i utworzenia monitoringu badawczego wód podziemnych, zwłaszcza w rejonach gdzie mogą wystąpić fragmenty JCWPd o stanie słabym, które należy wyodrębnić jako ich subczęści.

Wynik końcowy pracy przedstawiono w formie graficznej na rysunkach zawierających mapy w skali 1:2 500 000, z wykorzystaniem zapisu GIS/Intergraph oraz w zestawieniach tabelarycznych, na wykresach, diagramach i na rysunkach zamieszczonych w tekście.





Rys. 1. Jednolite części wód podziemnych w Polsce, stan na koniec 2007 r.  
(wg Herbich i in., 2006; Nowicki, Sadurski, 2007)

## 2. Cel i zakres opracowania

Do oceny stanu chemicznego i ilościowego 161 jednolitych części wód podziemnych (JCWPd), przyjęto w raporcie kryteria określone w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. (Dz. U. Nr 143, poz. 896 z dnia 6 sierpnia 2008 r.). Klasy jakości wód podziemnych wyznaczono na podstawie porównania wyników analiz fizykochemicznych próbek wody z wartościami granicznymi substancji i cech fizycznych oraz zakresami wartości stężeń charakterystycznych, rozumianych jako tło hydrogeochemiczne, które podane są w Rozporządzeniu. Jako wartości progowe elementów fizykochemicznych dla dobrego stanu chemicznego przyjęto wartości graniczne tych elementów, podane w załączniku do Rozporządzenia jako wartości graniczne dla III klasy jakości wód podziemnych. W przypadku kilku wyników analiz fizykochemicznych wody w wybranym punkcie monitoringowym w ciągu roku, przyjęto wartość średniej arytmetycznej stężeń substancji rozpuszczonej. Ocenę stanu chemicznego podano dla punktów pomiarowych sieci monitoringu operacyjnego i diagnostycznego oraz dla 161 JCWPd.

Przyjęte w „Ocenie stanu chemicznego i ilościowego...” kryteria oraz sposób klasyfikacji wód podziemnych nawiązują do wymagań określonych przez Komisję Europejską w dyrektywach 2000/60/WE (RDW) oraz 2006/118/WE (DWP). W pracy zamieszczono głównie ocenę danych z 2007 r. – wyniki pomiarów i badań monitoringu diagnostycznego i operacyjnego stanu chemicznego oraz analizy i oceny danych dotyczących poboru wód oraz zmian położenia zwierciadła wód podziemnych. Ponadto wykonano syntezę warunków ogólnokrajowych dotyczących:

- informacji historycznych dotyczących ciągłych serii obserwacji w długich okresach czasu,
- schematyzacji warunków hydrogeologicznych, reprezentatywnych dla Polski, które kompensują w obecnej sytuacji brak modeli koncepcyjnych JCWPd (rozdział 4.1).

Przy ocenie stanu chemicznego JCWPd analizowano wyniki badań fizykochemicznych wód podziemnych nie tylko z 2007 r., lecz także z lat 2000–2008 w aspekcie zmian stężeń wskaźników w punktach pomiarowych i w obszarach JCWPd. Wykorzystano także dane źródłowe z analizy presji wykonanej w 2007 r. w Państwowym Instytucie Geologicznym (Herbich i in., 2007).

Podjęto również analizę tzw. okresu odniesienia – referencyjnego w kontekście określenia stężeń początkowych. Jest to szczególnie ważne w celu określenia trendu zmian chemizmu wód oraz wyznaczenia punktu odwrócenia niekorzystnych zmian. Zagadnienia te mają zastosowanie do JCWPd o słabym stanie wód podziemnych. Zgodnie z obowiązującymi regulacjami prawnymi wykorzystano do analizy tło hydrogeochemiczne.

Wynikiem pracy jest ocena stanu chemicznego oraz stanu ilościowego 161 JCWPd dla obszarów dorzeczy. Oceny takie przedstawiono na mapach GIS w skali nie większej niż 1:2 500 000, z podziałem na dorzecza Odry (w tym dorzecza Dunaju, Jarft, Łaby i Ucker) oraz Wisły (w tym dorzecza Dniestru, Niemna i Pregoty i Świeżej).

Prowadzenie obserwacji i ocena stanu wód podziemnych pozostaje w ścisłej zależności z wodami powierzchniowymi i ekosystemami lądowymi zależnymi od wód, stąd jest częścią

państwowego monitoringu środowiska. Zabezpieczenie potrzeb mieszkańców oraz ochrona ich zdrowia wymaga również sprawnego monitoringu wód podziemnych, gdyż systematycznie wzrasta wykorzystanie wód podziemnych do celów zaopatrzenia ludności – obecnie przekracza już 64% całego zapotrzebowania mieszkańców kraju.

Przystosowywanie systemu monitoringu i oceny wód podziemnych do wymogów określonych w ustawie Prawo wodne (Dz. U. Nr 267 z 2005 r. z późn. zmianami) zharmonizowanej z Ramową dyrektywą wodną 2000/60/EC (Dz. Urz. L. 327 z dn. 22.12.2000 r.) oraz Dyrektywą 2006/118/We z dnia 12 grudnia 2006 r. w sprawie ochrony wód podziemnych (Dz. Urz. L. 372/19 z 27.12.2006 r.) jest procesem pracochłonnym i kosztownym, lecz sukcesywnie, z powodzeniem realizowanym. Obecnie jesteśmy na początku zmian sposobu raportowania o stanie wód podziemnych zgodnie z wymaganiami Rozporządzenia Ministra Środowiska z dn. 23 lipca 2008 r. Jakość powstających opracowań jest uzależniona od jakości i ilości danych wejściowych, które w miarę rozwoju krajowego systemu obserwacji wód podziemnych będą bardziej reprezentatywne dla poszczególnych JCWPd. Niniejsze opracowanie jest więc pierwszą próbą zmierzenia się z rozległymi wymogami raportowania dla potrzeb krajowych i UE. Należy spodziewać się kolejnych zmian w następnych edycjach. Trzeba także liczyć się z tym, że w miarę napływu informacji, zarówno na poziomie krajowym jak i europejskim, protokoły monitoringowe i oceny mogą ulec zmianie w celu optymalizacji środków i celów. Nadrzędnym celem obowiązujących regulacji prawnych jest rozpatrywanie zasobów wodnych w pojęciu systemowym – zintegrowanym, mającym na celu zapewnienie przyszłym pokoleniom dobrej jakości wód we wszystkich JCWPd.

## 3. Podstawy oceny stanu chemicznego i ilościowego

### 3.1. Przepisy prawne

Podstawowym zadaniem Ministerstwa Środowiska w odniesieniu do zasobów zwykłych wód podziemnych jest ich ochrona przed degradacją zarówno w sensie jakościowym, jak i ilościowym oraz tworzenie warunków racjonalnego gospodarowania wodami. Zapis ten znajduje się w dokumencie „Kierunki badań w dziedzinie hydrogeologii (na lata 2008–2015)” (<http://www.mos.gov.pl>). Dokument ten przyjęty po raz pierwszy w 1994 r. jako polityka resortu w dziedzinie hydrogeologii, został zaktualizowany w 1999 r. na lata 2000–2010. Wśród zdefiniowanych w nim strategicznych kierunkach działań znajdują się:

- dokumentowanie zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych jako punktu wyjścia do działań ochronnych w skali regionalnej,
- dokumentowanie warunków hydrogeologicznych głównych zbiorników wód podziemnych, jako podstawy do ustanowienia ochrony na obszarach ich zasilania,
- podjęcie prac badawczych dla stworzenia warunków do zmniejszenia ujemnych skutków przeobrażeń regionalnych związanych z ograniczeniem działalności górniczej,
- wprowadzenie programu działań naprawczych regenerujących użytkowy charakter płytkich zbiorników wód podziemnych,
- kontynuowanie obserwacji zwierciadła wód podziemnych w podstawowej sieci Stacjonarnych Obserwacji Hydrogeologicznych (SOH) oraz badań jakości wód wykonywanych w ramach Monitoringu jakości Wód Podziemnych stanowiącego podsystem Państwowego Monitoringu Środowiska.

W podanych kierunkach działań resortu podstawowym celem jest ochrona zasobów wód, co jest zgodne z polityką Unii Europejskiej wyrażoną w dyrektywie 2000/60/EC, nazywanej Ramową dyrektywą wodną. Zadania dotyczące wód uznanych za kopaliny, tj. termalnych, leczniczych i solanek w rozumieniu ustawy Prawo geologiczne i górnicze, są przedmiotem innego dokumentu Ministerstwa Środowiska – „Kierunków badań w dziedzinie geologii gospodarczej i surowcowej (na lata 2009–2015)” (<http://www.mos.gov.pl>).

Wymienione kierunki działań w dziedzinie hydrogeologii łączy wspólne zadanie – monitoring wód podziemnych, nawet jeżeli jest to dokumentowanie warunków hydrogeologicznych i zasobów wód, lub zmniejszenie ujemnych skutków przeobrażeń regionalnych związanych z ograniczeniem działalności górniczej. W punkcie dotyczącym monitoringu wód podziemnych znowelizowanego dokumentu „Kierunki badań w dziedzinie hydrogeologii” do 2015 r. wskazano na konieczność osiągnięcia celów RDW w zakresie ochrony i poprawy stanu wód podziemnych oraz ekosystemów bezpośrednio od nich zależnych i w zakresie zaopatrzenia ludności w dobrą wodę w jednostkowych obszarach – jednolitych częściach wód podziemnych (JCWPd) – groundwater bodies (GWB). Dla tych obszarów obowiązujący jest sprawny system monitoringu – sieć obserwacyjno-badawcza wód podziemnych, która obejmuje punkty pomiarowe położenia zwierciadła wody (monitoring ilościowy) i punkty pomiarowe

(opróbowania) składu chemicznego wód (monitoring chemiczny), realizowany w ramach monitoringu diagnostycznego i operacyjnego.

W tym samym dokumencie stwierdzono konieczność dalszej rozbudowy sieci i przystosowania jej do wypełnienia zadań Ramowej Dyrektywy Wodnej. Odbiorcami danych z monitoringu operacyjnego i diagnostycznego stanu chemicznego oraz monitoringu stanu ilościowego wód podziemnych są podmioty gospodarki wodnej, administracja państwowa i samorządowa.

W zaktualizowanej w 2008 r. wersji dokumentu „Kierunków badań w dziedzinie hydrogeologii (na lata 2008–2015)”, w punkcie 3.3.3. określono zasady funkcjonowania monitoringu i potrzeby w zakresie ocen stanu wód podziemnych zgodnie z wymaganiami RDW.

Zakres i sposób oceny stanu chemicznego oraz stanu ilościowego wód podziemnych są określone w przepisach prawa krajowego zawartych w szczególności w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008, Dz. U. nr 143, poz. 896 oraz w Ustawie Prawo Wodne (Dz. U. z 2005 r. Nr 239 r. z późn. zm.). Rozporządzenie to również dokonuje w swoim zakresie regulacji wdrożenia dyrektywy 2000/60/EC Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiającej ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej oraz dyrektywy 2006/118/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 grudnia 2006 r. w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. określa kryteria i sposób oceny stanu wód podziemnych. Podano w nim klasyfikację elementów fizykochemicznych i ilościowych stanu wód, sposób interpretacji wyników badań tych elementów, definicje klasyfikacji stanu ilościowego oraz stanu chemicznego wód, sposób prezentacji stanu wód podziemnych, a także częstotliwość dokonywania ocen jakości poszczególnych elementów i stanu wód. Zgodnie z Rozporządzeniem zastosowano podział na 5 klas jakości wody, dla których przyjęto kryterium tła hydrogeochemicznego, rozumianego jako zakresy wartości stężeń charakterystycznych elementów fizykochemicznych, i tak:

- klasa I – wody bardzo dobrej jakości, dla których elementy fizykochemiczne mieszczą się w zakresie tła hydrogeochemicznego,
- klasa II – wody dobrej jakości, w których notowane są podwyższone wartości tła hydrogeochemicznego, jednak nie wykazują one wpływu działalności człowieka lub wpływ jest bardzo słaby,
- klasa III – wody zadowalającej jakości, o podwyższonych stężeniach elementów fizykochemicznych, w wyniku naturalnych procesów hydrogeologicznych lub słabego wpływu działalności człowieka,
- klasa IV – wody niezadowalającej jakości, wykazujące podwyższone wartości elementów fizykochemicznych w następstwie naturalnych procesów i wyraźnego wpływu działalności człowieka,
- klasa V – wody złej jakości, w których wartości elementów fizykochemicznych są podwyższone w następstwie naturalnych procesów oraz notowany jest wyraźny wpływ działalności człowieka.

W Rozporządzeniu przyjęto dwie definicje klasyfikacji stanu chemicznego wód podziemnych:

- dobry stan chemiczny wód podziemnych i
- słaby stan chemiczny wód podziemnych.

Dobrym stanem chemicznym wyróżniają się wody, które mają naturalnie ukształtowany skład chemiczny, nie wykazują dopływu wód o jakości zagrażającej zanieczyszczeniem, a stężenia substancji zanieczyszczających nie przekraczają standardów jakości ustalonych dla wód podziemnych, które są określone w odrębnych przepisach. Stężenia substancji zanieczyszczających nie mogą powodować nieosiągnięcia przez powiązane z nimi wody powierzchniowe celów środowiskowych, obniżenia jakości chemicznej lub wywoływać znaczne szkody w ekosystemach lądowych, bezpośrednio zależnych od wód podziemnych.

Słabym stanem chemicznym charakteryzują się wody, w których nie jest spełniony co najmniej jeden z warunków podanych dla stanu dobrego.

W opracowaniu przyjęto zasadę sporządzania oceny stanu chemicznego wód podziemnych w odniesieniu do punktów pomiarowych i dla jednolitych części wód podziemnych (JCWPd). Dla punktu pomiarowego ustalono klasę jakości przez porównanie wartości badanych elementów fizykochemicznych z wartościami granicznymi elementów fizykochemicznych podanymi w załączniku do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dn. 23 lipca 2008 r. Jeżeli dysponowano większą liczbą badań monitoringowych w ciągu roku, przyjmowano wartość średniej arytmetycznej dla danego punktu pomiarowego. Wartościami progowymi elementów fizykochemicznych dla dobrego stanu wód były ich wartości graniczne określone dla III klasy jakości wód podziemnych.

Ocenę stanu chemicznego wód podziemnych w jednolitej części wód podziemnych wykonano przez porównanie wartości średnich arytmetycznych stężeń badanych elementów fizykochemicznych z punktów pomiarowych – reprezentatywnych dla danej jednolitej części wód podziemnych, z wartościami granicznymi tych elementów, podanych w załączniku do Rozporządzenia. W przypadku, gdy wartości średnich arytmetycznych stężeń badanych elementów fizykochemicznych nie przekraczały wartości progowych dla dobrego stanu chemicznego, stan chemiczny wód w jednolitej części wód podziemnych uznawano za dobry. Za dobry stan wód w jednolitej części wód podziemnych uznawano także przypadki, gdy lokalnie występowały przekroczenia wartości progowych dla dobrego stanu chemicznego w punktach pomiarowych, lecz na podstawie badań i analizy dynamiki wód oceniono, że przekroczenia te były wywołane przez naturalne procesy lub nie stanowiły ryzyka nieosiągnięcia celów środowiskowych, natomiast w przypadkach wody przeznaczonej do spożycia, nie stanowiły utrudnień w uzdatnianiu przez zakłady wodociągowe.

W opracowaniu podjęto próbę interpretacji wyników badań elementów fizykochemicznych z punktu widzenia tendencji do pogarszania się stanu chemicznego JCWPd, bazując na metodach statystycznych, które zastosowano do serii pomiarowych w punktach obserwacyjnych monitoringu. Podjęto również próbę wyznaczenia punktów początkowych do odwrócenia tendencji zmian, za który uznano osiągnięcie przez poszczególne elementy fizykochemiczne wartości 75% stężenia progowego substancji określonego dla dobrego stanu chemicznego wód. Na mapach załączonych w tekście, dobry stan chemiczny JCWPd wyróżniono kolorem zielonym, natomiast kolor czerwony oznacza ich słaby stan.

Ocenę stanu ilościowego dla wód w jednolitych częściach wód podziemnych oraz w wybranych obszarach przeprowadzono metodą ekspercką na podstawie porównania średniego wieloletniego poboru rzeczywistego z ujęć wód podziemnych, wyrażonego w m<sup>3</sup>/24 h,

z wielkością dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych, wyrażonych również w m<sup>3</sup>/24 h, które określono na podstawie zasobów dyspozycyjnych dla wybranego obszaru bilansowego, obejmującego daną JCWPd lub zasobów perspektywicznych w przypadku braku ustalonych zasobów dyspozycyjnych.

Do oceny stanu ilościowego stosowano także ocenę zmian położenia zwierciadła wód podziemnych, wynikających z działalności człowieka, w przypadkach gdy zmiany te mogły spowodować:

- niespełnienie celów środowiskowych określonych dla wód powierzchniowych związanych z JCWPd,
- wystąpienie znacznych szkód w ekosystemach lądowych, bezpośrednio zależnych od wód podziemnych oraz
- wystąpienia znacznego obniżenia zwierciadła wód podziemnych, notowanego w punktach monitoringowych,
- zmiany kierunków przepływu wód podziemnych, występujące na ograniczonym obszarze, które mogły powodować dopływ wód słonych lub zanieczyszczonych.

Stan ilościowy wód podziemnych w JCWPd wyróżniony został jako dobry, w przypadku, gdy zasoby dostępne do zagospodarowania były wyższe od średniego wieloletniego poboru z ujęć wód podziemnych oraz zwierciadło wód podziemnych nie podlegało istotnym wahaniom wynikającym z działalności człowieka, co nie powodowało:

- skutków w postaci szkód w ekosystemach lądowych,
- znacznego obniżenia zwierciadła wód podziemnych,
- niespełnienia celów środowiskowych przez wody powierzchniowe, związane z JCWPd lub
- trwałych zmian stanu chemicznego wód.

Jeżeli warunki powyższe nie były spełnione notowany był słaby stan ilościowy wód podziemnych w JCWPd.

Ocena stanu ilościowego podana w opracowaniu wymaga uszczegółowienia i dalszych badań terenowych w ślad za rozbudowywaną siecią monitoringową. Dotyczy to zwłaszcza JCWPd, w których prowadzona jest działalność górnicza zarówno podziemna, jak i odkrywkowa oraz na obszarach, gdzie wyłączono z eksploatacji drenaże górniczne – sąsiedztwo zlikwidowanych kopalń i dużych odwadnianych kamieniołomów. Stan ilościowy wód podziemnych prezentowany jest na mapach przez zastosowanie dwóch kolorów – zielonego dla dobrego stanu i czerwonego dla stanu słabego.

Wyrażone w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. kryteria, oceny wód w jednolitych częściach wód podziemnych klasyfikacji stanów i jakości wód są zgodne z obowiązującymi wytycznymi sformułowanymi w dokumentach Unii Europejskiej. Na poziomie Unii Europejskiej oceny stanu wód są regulowane przez zapisy w odpowiednich dyrektywach, a zwłaszcza w:

- Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2000/60/WE z dnia 23 października 2000 r. ustanawiającej ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej – tzw. Ramowa dyrektywa wodna;

- Dyrektywie 2006/118/WE z dnia 12 grudnia 2006 r. w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu – tzw. dyrektywa wód podziemnych;
- Dyrektywie 91/676/EWG z dnia 12 grudnia 1991 r. dotyczącej ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego – tzw. Dyrektywa azotanowa;
- Dyrektywie 91/271/EWG z dnia 21 maja 1991 r. dotyczącej oczyszczania ścieków komunalnych;
- Dyrektywie Rady 98/83/WE z dnia 3 listopada 1998 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi;
- Dyrektywie Rady 80/68/EWG z dnia 17 grudnia 1979 r. w sprawie ochrony wód gruntowych przed zanieczyszczeniem spowodowanym przez niektóre substancje niebezpieczne;
- w wytycznych dla monitoringu wymaganego w ramach Dyrektywy Azotanowej oraz wytycznych dotyczących stanu oraz tendencji zmian w środowisku wodnym i praktykach rolniczych,
- w przewodniku technicznym do artykułu 13 Ramowej dyrektywy wodnej (Technical support, 2000/60/EC).

Prawo wspólnotowe EU określa zasady klasyfikacji stanu jednolitych części wód podziemnych w sposób systemowy, uwzględniający:

- ocenę stanu chemicznego i zagrożenia opartą na zasadach naukowych, w tym monitoringu, zgodnie z artykułem 16 Ramowej dyrektywy wodnej, oraz
- innych wiarygodnych danych, płynących z dotychczasowego rozpoznania hydrogeologicznego, w tym informacji dotyczących składu chemicznego wód pobieranych do spożycia w nawiązaniu do stopnia trudności uzdatniania pobieranych wód oraz sugestie poradnika IMPRESS w tym zakresie.

Interpretację wyników monitoringu wód podziemnych i ocenę stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych przeprowadza się w zakresie wynikającym z zaleceń Dyrektywy 2000/60/WE z dnia 23 października 2000 r., nazywanej dalej Ramową dyrektywą wodną (RDW) oraz szczególnych zapisów w Dyrektywie 2006/118/WE z dnia 12 grudnia 2006 r., i poradników opracowanych przez ekspertów Unii Europejskiej (wymienione w spisie literatury).

Obie Dyrektywy (RDW, DWP) wskazują na konieczność uwzględnienia naturalnego tła chemicznego w odniesieniu do wpływów antropogenicznych i wartości progowych, a także dla identyfikacji wskaźników zanieczyszczeń i ustalenia trendów (art. 7(2) w RDW i delegacja do Dyrektywy 80/778/EWG zmienionej dyrektywą 98/83/WE, dotyczącej jakości wody do spożycia i uzdatniania).

### **3.2. Wyniki badań oraz ocena ich wiarygodności**

W pracy wykorzystano wyniki badań i pomiarów wykonanych w 2007 r. w sieci monitoringu diagnostycznego i operacyjnego stanu chemicznego wód podziemnych prowadzonego w ramach systemu PMŚ. Monitoringiem diagnostycznym zostały objęte jednolite części



wód podziemnych wydzielone na terenie kraju, natomiast monitoringiem operacyjnym zostały objęte JCWPd uznane za zagrożone nieosiągnięciem dobrego stanu. W badaniach monitoringowych w 2007 r. opróbowano łącznie 1003 punkty sieci obserwacyjno-badawczej, które są wykorzystywane na potrzeby różnych rodzajów monitoringu w tym także monitoringu ilościowego (większości punktów prowadzone są także pomiary zwierciadła wody). Sieć punktów pomiarowych monitoringu stanu chemicznego, w tym punkty monitoringu diagnostycznego i operacyjnego, z których pobrano próbki w 2007 r. przedstawiono na mapie (rys. 2).

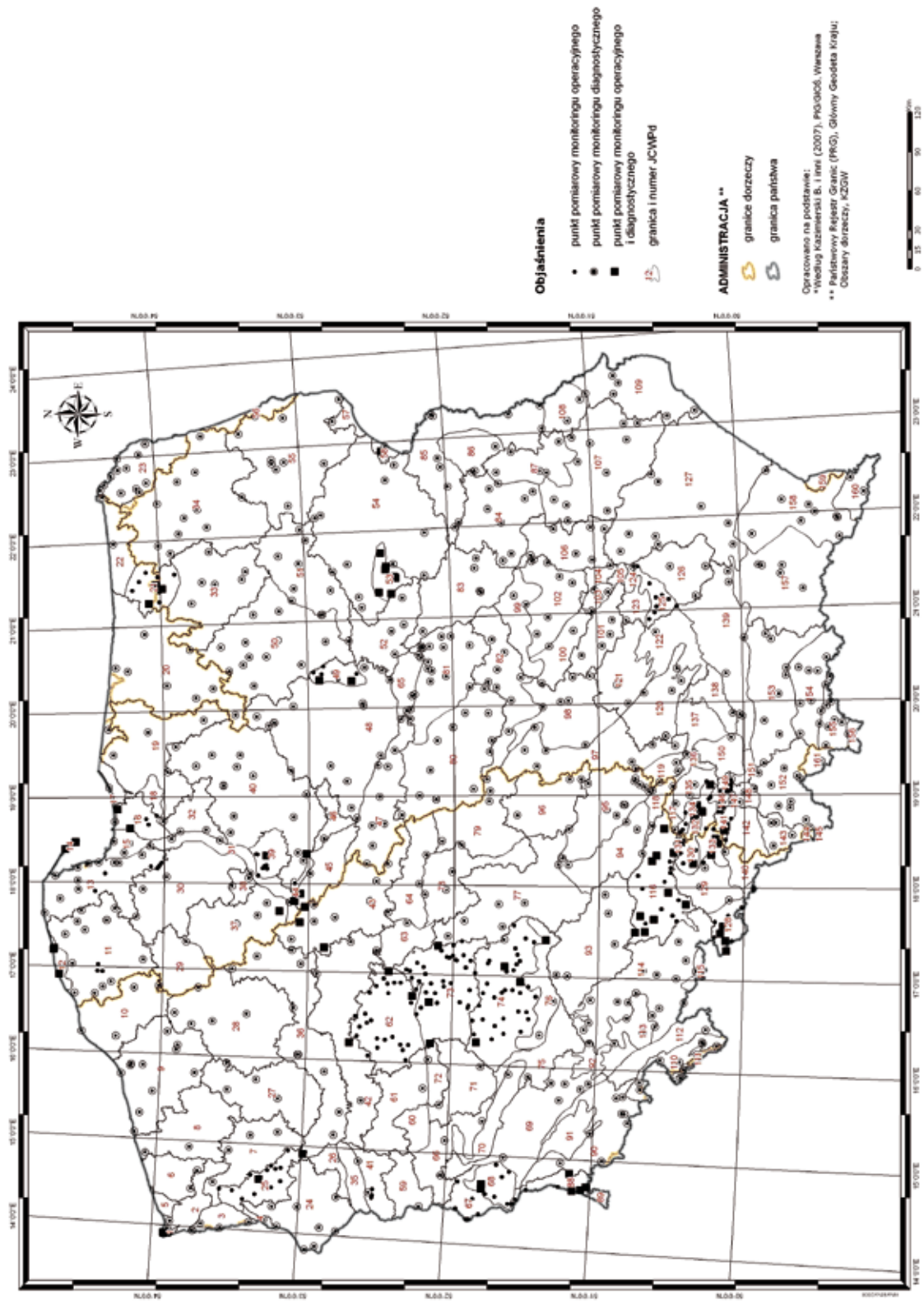
Struktura sieci monitoringu diagnostycznego i operacyjnego stanu chemicznego wód podziemnych w 2007 r. w układzie pięter wodonośnych została podana w tabeli 1.

**Tabela 1. Struktura sieci monitoringu diagnostycznego i operacyjnego stanu chemicznego wód podziemnych w układzie pięter wodonośnych**

Stratygrafia poziomów wodonośnych	Liczebność opróbowań		
	Ogółem (W+G)	Wody wgłębne (W)	Wody gruntowe (G)
Czwartorzęd	604	297	307
Trzeciorzęd	170	136	34
Kreda	100	64	36
Jura	60	40	20
Trias	46	19	27
Paleozoik i starsze	23	5	18
Σ	1003	561	442

Punkty pomiarowe (studnie, piezometry) sieci monitoringu diagnostycznego i operacyjnego ujmują różne poziomy wodonośne w profilu pionowym – najpłytsze w osadach kenozoicznych i najgłębsze nawet w warstwach starszego paleozoiku. Jako kryterium wyboru warstw wodonośnych do zabudowy filtra (zafiltrowania) studni obserwacyjnej lub piezometru była jego przynależność do użytkowego piętra/poziomu wodonośnego. Jako użytkowy poziom/ piętro wodonośne uznawany jest zespół warstw wodonośnych, wykazujących łączność hydrauliczną, o miąższości ponad  $M > 5$  m, przewodnictwie wodnym  $T > 50$  m<sup>2</sup>/dobę i parametrach hydraulicznych umożliwiających budowę ujęć komunalnych – przystosowanych do ciągłej eksploatacji z wydajnością  $Q > 10$  m<sup>3</sup>/h. W Karpatach i Sudetach parametry te mogą być niższe i wynoszą odpowiednio  $M > 2$  m;  $T > 25$  m<sup>2</sup>/dobę oraz  $Q > 2$  m<sup>3</sup>/h.

Termin użytkowy poziom wodonośny został wprowadzony w „Instrukcji opracowania Mapy hydrogeologicznej Polski, 1:50 000” – PIG (1996) a także do „Słownika hydrogeologicznego” (Dowgiało i in. red., 2002). Stąd jednostki wyznaczone na arkuszach Mapy hydrogeologicznej Polski, będącej syntezą rozpoznania warunków hydrogeologicznych kraju, dotyczą użytkowych poziomów wodonośnych. Istnieje zatem pełna spójność między rozpoznaniem dynamiki, zasobów i hydrogeochemii jednolitych części wód podziemnych, a siecią monitoringową kraju. Dlatego można traktować sieć monitoringową w Polsce jako spełniającą generalnie wymogi Ramowej dyrektywy wodnej, a wyniki badań i pomiarów dają dobry obraz stanu chemicznego JCWPd. Słabsze rozpoznanie dotyczy stanu ilościowego z uwagi na niedostatecznie rejestrowany pobór wód podziemnych na ujęciach, zwłaszcza pobór rozproszony na terenach rolniczych.



Rys. 2. Lokalizacja sieci punktów pomiarowych monitoringu diagnostycznego i operacyjnego systemu PMŚ z 2007 r. (Hordejuk T. i in., 2008)

W niniejszym opracowaniu wykorzystano również aktualne opracowania dotyczące stanu chemicznego (chemizmu) wód podziemnych oraz oceny poboru i zasobów dyspozycyjnych, dostępnych do zagospodarowania oraz perspektywicznych zasobów wód podziemnych w celu oceny ich stanu ilościowego (Herbich i in., 2003; Witczak i in., 2005; Hordejuk, 2006; Hordejuk, i in., 2007; Frankowski i in. 2007; Maciejewski i in., 2007; Kazimierski i in., 2007; Mitręga i in., 2006; Kowalczyk i in., 2007; Nowicki i in., 2007 Skrzypczyk i in., 2007 oraz bieżące opracowania statystyczne GUS (2007) – bilans wód i kopalin, a także materiały archiwalne Centralnego Archiwum Geologicznego PIG-PIB.

Oceny jakości wód podziemnych dokonano w punktach pomiarowych wg zasad określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008, Dz. U. nr 143, poz. 896. Wartości graniczne wskaźników jakości wody w klasach jakości wód podziemnych przedstawiono w tabeli 3. Wyniki ocen jakości wód podziemnych w punktach pomiarowych przedstawiono na rysunku 18 w rozdziale 6.1 natomiast uśrednione wartości ocen dla poszczególnych JCWPd w rozdziale 6.2.

Analizowano także, w ujęciu historycznym, zmiany stężeń wskaźników istotnych dla oceny stanu chemicznego dla JCWPd, zidentyfikowanych w trakcie prac przy pierwszym Raporcie do Komisji Europejskiej (PIG, 2005), w „Opracowaniu analizy presji..” (Herbich i in., 2007) czy też przy wstępnej ocenie stanu chemicznego JCWPd (Hordejuk i in., 2007). Analizowano również zmiany stężeń „substancji” uznanych za priorytetowe w rozumieniu załącznika do Ramowej Dyrektywy Wodnej, w którym podano elementy niebezpieczne (zał. VIII i IX). Oceny zmian odnoszono do poziomu tła oraz do wartości granicznych określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008.

Wielkości zasobów dostępnych przypisano poszczególnym JCWPd – podobnie jak wielkość poboru całkowitego. Analizowano wielkości błędów przy ocenie zasobów i ocenie poboru poprzez określenie zmian położenia zwierciadła wody w ostatnich kilku – kilkunastu latach w punktach pomiarowych o najdłuższych ciągach obserwacji.

Struktura sieci obserwacyjno-badawczej monitoringu stanu ilościowego (pomiaru głębokości zwierciadła wody, wydajności źródeł), w układzie pięter wodonośnych – przedstawiono w tabeli 2.

**Tabela 2. Struktura sieci monitoringu stanu ilościowego wód podziemnych w układzie pięter wodonośnych**

<b>Stratygrafia poziomów wodonośnych</b>	<b>Liczebność punktów pomiarowych</b>
Czwartorzęd	447
Trzeciorzęd	145
Kreda	101
Jura	60
Trias	26
Paleozoik i starsze	25
<b>Stan: grudzień '2007 Σ</b>	<b>804</b>

## OCENA WIARYGODNOŚCI DANYCH WEJŚCIOWYCH

Kontrola jakości badań terenowych w 2007 r., w monitoringu stanu chemicznego była realizowana przez dodatkową analizę zdublowanych próbek wód podziemnych oraz próbek kontrolnych, próbek zerowych – kationowych i próbek zerowych – kationowych, sączonych w terenie.

Analiza próbek zerowych i próbek zdublowanych wykonana przez Centralne Laboratorium Chemiczne PiG pozwala na stwierdzenie, że uzyskane wyniki mieszczą się w przedziałach zmienności dopuszczalnych dla poszczególnych wskaźników oraz metod ich oznaczania. Jedynie w przypadku próbek zerowych sączonych w terenie, w odniesieniu do glinu, stwierdzono nieznaczny i do tej pory niewyjaśniony wzrost stężeń tego wskaźnika o parę  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ . Wzrost ten nie wykraczał poza przedziały zawartości klasy pierwszej, stąd nie była konieczna reinterpretacja wyników, z uwagi na niskie stężenia tego pierwiastka stwierdzane w wodach podziemnych. Zatem analizy fizykochemiczne mogły być zaakceptowane.

Kontrola jakości badań laboratoryjnych była realizowana w szerokim zakresie. Do oznaczeń zawartości pierwiastków w próbkach wód podziemnych stosowano sprzęt i metody, które uzyskały akredytację Polskiego Centrum Akredytacji (PCA). Ich poprawność jest sprawdzana m.in. poprzez udział CLCh – PiG w porównawczych badaniach międzylaboratoryjnych.

Spójność pomiarową zapewniono stosując roztwory wzorcowe mające odniesienie do wzorców NIST. Roztwory kontrolne przygotowywano wykorzystując roztwory wielopierwiastkowe charakteryzujące się zadeklarowaną przez ich producenta spójnością pomiarową.

W trakcie kontroli wewnętrznej stosowano:

- analizę ślepych próbek odczynnikowych w celu kontroli kontaminacji spektrometrów – nie rzadziej niż co 15 próbek,
- analizę próbek kontrolnych, zawierających znane stężenia oznaczanych pierwiastków – nie rzadziej niż co 15 próbek,
- analizę powtórna już zmierzonych próbek,
- analizę certyfikowanych materiałów – wzorców – odniesienia.

W ramach oceny wiarygodności danych wejściowych dokonano także oceny jakości analiz w oparciu o ich bilans jonowy. Metoda ta była rekomendowana w programie monitoringu jednolitych części wód podziemnych dla obszarów dorzeczy w raporcie dla Komisji Europejskiej (PiG, styczeń 2007). Z dokonanego bilansu wynika fakt, że ponad 98% analiz mieści się w granicach błędu dopuszczalnego (<5%).

Jedynie w odniesieniu do 12 próbek wód z punktów sieci monitoringu diagnostycznego stanu chemicznego, błąd ten przekroczył wartość 5%. Dotyczy to próbek wód podziemnych wielojonowych z obszarów współwystępowania wód zwykłych i mineralnych (punkty sieci w Bodzentynie, Busku-Zdroju, Długopolu, Rabem, Rabce, Szczawie i w Świnoujściu), gdzie stężenia szeregu wskaźników jakości nie mieściły się w przedziałach ustalonych w akredytacji laboratorium. Także w odniesieniu do 2 punktów ujmujących wody z utworów kredowych (punkty wg bazy MONBADA nr 845 w Dobie – JCWPd 21 i nr 926 w Kłobukowie, JCWPd 48) i jednego z utworów paleogenu niecki mazowieckiej (punkt wg bazy MONBADA nr 1765

w Brochowie, JCWPd 63) stwierdzono, że skład chemiczny wód jest determinowany dopływem wód mineralizowanych z podłoża.

Z uwagi na powyższe oceny wiarygodności analiz wyniki badań z wymienionych 12 punktów sieci monitoringu diagnostycznego i operacyjnego w 2007 r. nie były uwzględnione przy ocenie stanu chemicznego JCWPd. Tylko ze względów formalnych zamieszczono ich charakterystykę w zbiorczej ocenie wyników sieci monitoringu z 2007 r.

Informacje o czynnikach wpływających na ocenę wielkości zasobów dyspozycyjnych i skali błędu w odniesieniu do poszczególnych JCWPd przyjęto z opracowań archiwalnych (Orsztynowicz, 1988; Maciejewski i in., 2007). Wielkość błędu w ocenie poboru całkowitego, przy założeniu dużej wiarygodności poboru rejestrowanego, oceniono i uwzględniono na podstawie analizy strat wody, tj. wielkości sprzedaży wód w stosunku do rejestrowanego poboru (Dąbrowski i in.; 2006, Dąbrowski, Nowicki, 2006) oraz zakresu wartości poboru nieopomiarowanego, wynikającego ze zwykłego korzystania z wód, określonego empirycznie i na drodze zastosowania wskaźnika poboru jednostkowego wód.

Miarą poprawnie zaprojektowanej sieci monitoringowej dla jednolitej części wód podziemnych jest jej reprezentatywność wyrażona przez wskaźnik reprezentatywności –  $R_u$  (representativity index), sformułowany przez Grath i in., (2001) i cytowany w pracy Szczepańskiej i Kmiecik (2005). Wskaźnik ten ma postać:

$$R_u = 37,7/(d \cdot (n/F)^{1/2})$$

gdzie:  $d$  – średnia minimalna odległość między dowolnym punktem na badanym obszarze a najbliższym punktem monitoringowym w m;

$n$  – liczba punktów pomiarowych sieci monitoringowej;

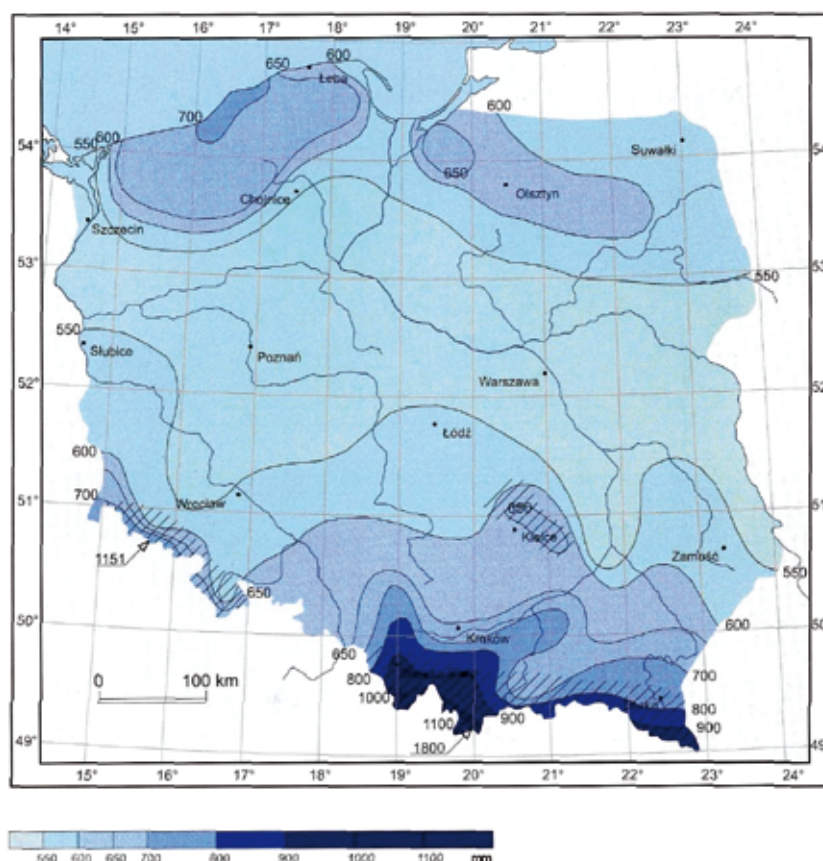
$F$  – powierzchnia jednolitej części wód podziemnych w  $m^2$ .

Z uwagi na dużą niejednorodność sieci monitoringu operacyjnego i diagnostycznego wartości współczynnika reprezentatywności obliczone dla JCWPd w kraju mają wartości poniżej 80%, co świadczy o jej małej reprezentatywności z uwagi na nadal niewystarczającą liczbę punktów pomiarowych. Stąd oceny zmienności przestrzennej określonego elementu fizykochemicznego oraz jego wartość średnia będą wykazywać znaczne błędy. Wskaźnik  $R_u$  jest wyższy dla JCWPd o dużej powierzchni  $F > 1000 \text{ km}^2$ . Istnieje zatem potrzeba modernizacji istniejącej sieci monitoringowej. Wysoką reprezentatywnością wyróżniają się sieci o trójkątnej konfiguracji punktów pomiarowych i odległościach między nimi do 10 km. Tak zaprojektowana sieć jest zapewne bardzo dokładna, jednakże jej budowa napotyka na barierę finansową, nawet w bardzo bogatych krajach.

## 4. Uwarunkowania hydrogeologiczne

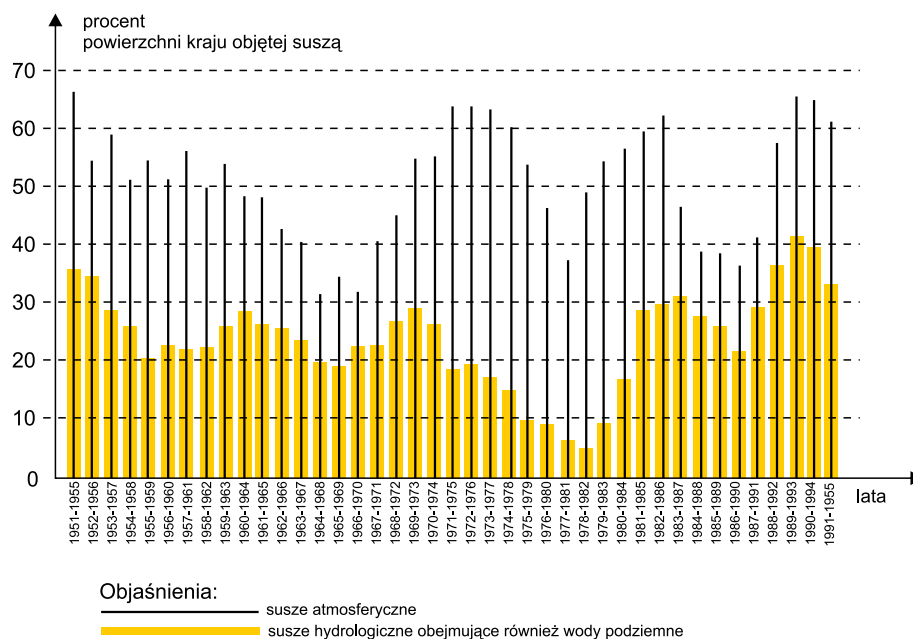
Funkcjonowanie systemu wód podziemnych i współzależność z nimi wód powierzchniowych ma charakter dynamiczny, z uwagi na zmienność zewnętrznych czynników meteorologicznych, głównie opadu atmosferycznego, ewapotranspiracji i temperatur powietrza. Bieżąca zmienność tych czynników jest tłumiona poprzez inercję systemu wodonośnego, spowodowaną czasem dopływu wody opadowej do zwierciadła wód podziemnych. W obszarach obarczonych dużą antropopresją systemy wód podziemnych i powierzchniowych są silnie przekształcone, a ich stany zależą od eksploatacji ujęć i systemów drenaży.

W aspekcie bieżącej analizy wpływu antropogenicznego (obecny cykl realizacji RDW – do 2015 r.) wykorzystuje się najbardziej aktualne i dostępne dane o średniej wielkości opadów z wielolecia. Regionalny rozkład tego wskaźnika przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Opady średnie z wielolecia 1971–2000 na obszarze Polski (Lorenc, 2005)

Skutki regionalnej zmienności sezonowej wielkości opadów oraz zmian temperatur przedstawiono na rysunku 4. Występowanie i zasięg susz hydrologicznych, w tym niżówek wód podziemnych, jest dodatkowym elementem charakterystyki, ponieważ są one odrębnie traktowane w ogólnej strategii zarządzania zagrożeniem dla systemu wodnego (EEA, 2007).

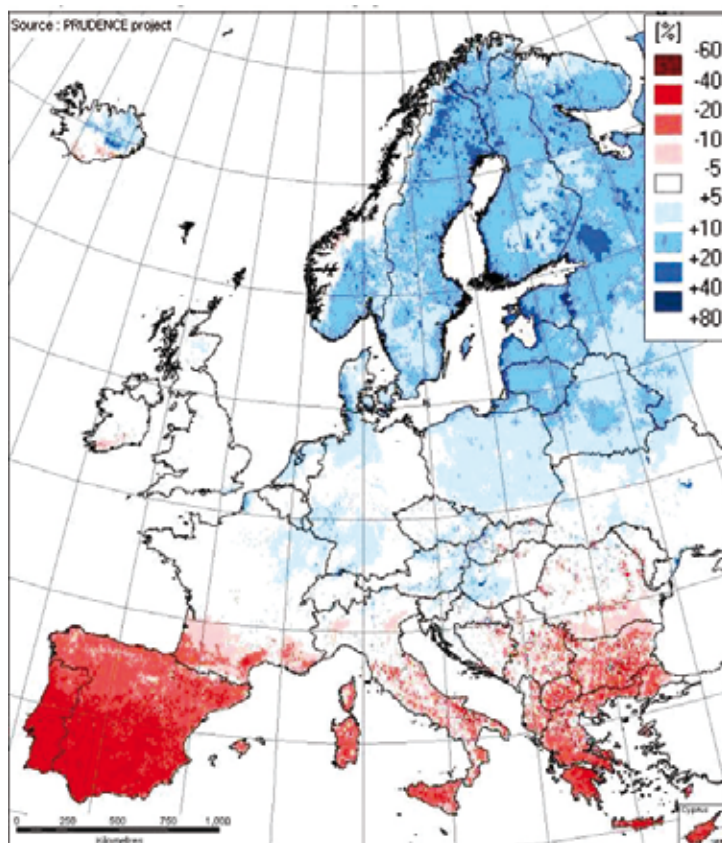


**Rys. 4. Susze atmosferyczne i hydrologiczne w Polsce w okresie 1951–1995 (Mager, Kuźnicka, 1999)**

Obserwowany dodatni trend roczny zmian temperatury powietrza jest powszechny na obszarze Polski. Największe dodatnie wartości trendu wykazuje jesień. Lato natomiast, w ostatnich dwudziestu latach jeżeli nie charakteryzuje się temperaturą średnią z wielolecia, to przeważnie jest chłodniejsze z tendencją zbliżoną do okresu 1901–1915.

Analiza odpływu dużych rzek w Polsce wykazała, że w okresie od 1901 do 1965 przepływy Odry, Wisły i Regi ulegały zmniejszaniu. W ujęciu makroregionalnym Europy zmiany odpływu rzecznoego nie miały tego samego charakteru. W okresie, gdy na obszarze Polski rejestrowana była tendencja zmniejszania się odpływu o 0,16–0,18%/rok, to odpływy Łaby i Niemna, rzek płynących na zachód i wschód od granic Polski, ulegały zwiększeniu (Stachy, 1968). Natomiast w ramach kompleksowej oceny zasobów wodnych Polski w okresie 1951–1990, zbadano tendencje w przebiegu największych rocznych przepływów rzecznych (WQ) w latach 1921–1992. Wykazały one, że nie zaznaczył się ich wzrost, a przeciwnie ujawnił się statystycznie istotny trend malejący (Bogdanowicz, Stachy, 1995).

Przyjmuje się, że mniejsza wielkość opadów i odpływu rzecznoego mogą prowadzić do wzrostu stężenia składników rozpuszczonych, ponieważ zanieczyszczenia będą słabiej rozcieńczane. Według prognozy względnej zmiany średniego opadu rocznego pomiędzy okresami kontrolnymi 1961–1990 i 2071–2100, na obszarze Polski przewiduje się wzrost ilości opadów, co będzie miało pozytywny skutek jeśli chodzi o wielkość dopływu. Scenariusz przewidywanych zmian w skali Europy podano na rysunku 5. To również może skutkować większym rozcieńczeniem składników rozpuszczonych, a zatem ich stężenie może być niższe. Naturalny czynnik w postaci zwiększenia średniego opadu rocznego może zatem mieć również znaczący wpływ na stan chemiczny wód w przyszłości.



**Rys. 5. Względne zmiany średniego opadu rocznego pomiędzy okresami kontrolnymi 1961–1990 i 2071–2100, na podstawie modelu IPCC SRES, scenariusz A2 (<http://peseta.jrc.es/docs/ClimateModel.html>)**

Przewidywany kierunek rozwoju zmian warunków hydrologicznych oraz ewentualnych zmian temperatur powietrza w Europie Środkowej, w tym w Polsce, może spowodować w dalszej perspektywie, dłuższej niż 50 lat, istotne zmiany zasobów wodnych. W konsekwencji zmian klimatycznych bardziej zagrożone będą zasoby wód powierzchniowych oraz ekosystemy zależne od wód podziemnych.

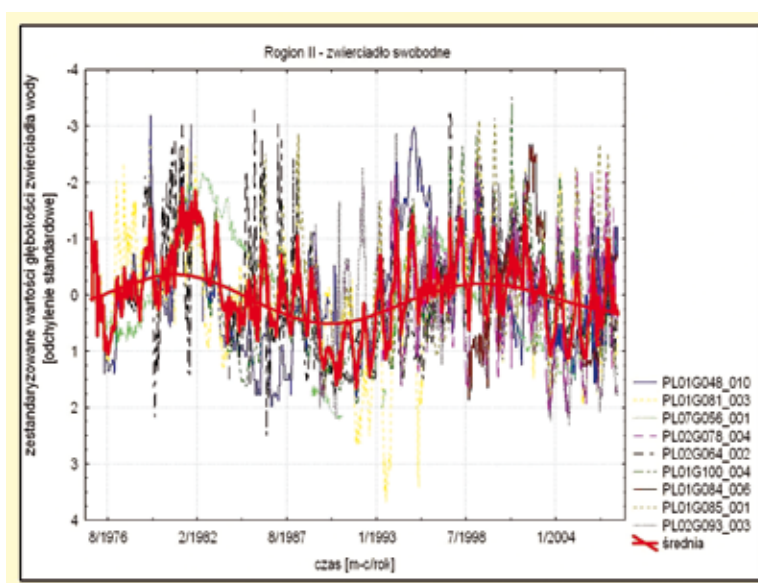
#### **4.1. Charakterystyka wieloletnich wahań poziomu wód podziemnych i podziemnego zasilania rzek**

Charakterystyka zmian położenia zwierciadła wód podziemnych w ujęciu wieloletnim pozwala uzyskać pogląd na skalę zmienności poboru i zasilania wód podziemnych, a tym samym poznać relację pomiędzy zagrożeniami dla stanu ilościowego i chemicznego wód podziemnych mogącymi wynikać z działania czynników przyrodniczych i działalności człowieka. W celu analizy wieloletniego naturalnego trendu zmian położenia zwierciadła wód podziemnych na przestrzeni ostatnich kilku dekad (okres 1970–2007) w regionach hydrogeologicznych wybrano punkty monitoringu wolne od lokalnego wpływu antropopresji.



Przyjęto, że niezbędnym minimum okresu pomiarowego, ze względu na charakter badanego zjawiska, jest ciągły zapis pomiaru co najmniej przez piętnaście lat. Okresy krótsze uznane zostały jako mało wiarygodne, gdyż w minimalnym stopniu uwydatnia się w nich sezonowość wahań zwierciadła wód, która maskuje istotniejsze w przeprowadzonej analizie zmiany długoterminowe. Po wnikliwej analizie przebiegu krzywych regresji w poszczególnych punktach oraz rozrzutu wartości w odchyleniu standardowym wyselekcjonowano 64 punkty obserwacyjne o naturalnych lub quasi-naturalnych wahaniami stanu wód podziemnych i 5 źródeł o naturalnym reżimie wydajności. Analizę przeprowadzono dla każdego regionu, oddzielnie dla punktów o zwierciadle swobodnym i napiętym (Hordejuk i in., 2008). Na wszystkich wykresach niezależnie od regionu hydrogeologicznego i charakteru zwierciadła można zauważyć wieloletni cykl zmian hydrologicznych o okresie około 22 lat. Brak jest natomiast podstaw do wysnuwania wniosków o długoterminowym trendzie malejącym czy rosnącym na przestrzeni ostatnich kilku dekad. Rozrzut wartości odchylenia standardowych przyjmuje na ogół wartości od  $-2$  do  $+2$ .

Przebieg zestandaryzowanych średnich rocznych wartości jest bardzo znamieny. Minima i maxima funkcji wielomianów opisujących średnią w badanym przedziale wypadają dla podobnych odciętych na osi czasu, niezależnie od regionu i charakteru zwierciadła wody. Z uwagi na trwałą naturalną cechę, proponuje się przyjmować cykliczność uwidocznioną w określonym zakresie odchylenia standardowych od wartości zerowej (średniej dla okresu cyklu) do określenia „fazy hydrologicznej”, w celu oceny wahań zwierciadła wody podziemnej. Uwzględnienie tego zjawiska będzie prowadzić do uściślenia interpretacji wyników monitoringu zwierciadła wody i oceny stanu ilościowego z ich udziałem. Jako wizualizację powyższych wyników analizy, reprezentatywnej dla całego kraju, przedstawiono wykres dla wód o zwierciadle swobodnym z regionu charakteryzującego się niskim odpływem wód podziemnych (poniżej  $100 \text{ m}^3/\text{d}\cdot\text{km}^2$ ) oraz z większą częstotliwością występowania susz hydrologicznych (rys. 6).



**Rys. 6. Wieloletnia cykliczność zmian położenia zwierciadła wody podziemnej, zestawiona na podstawie obserwacji w reprezentatywnych punktach monitoringu (Hordejuk T. i in., 2008); numery identyfikacyjne punktów podano wg obowiązującego kodu (Kazimierski i in., 2007)**

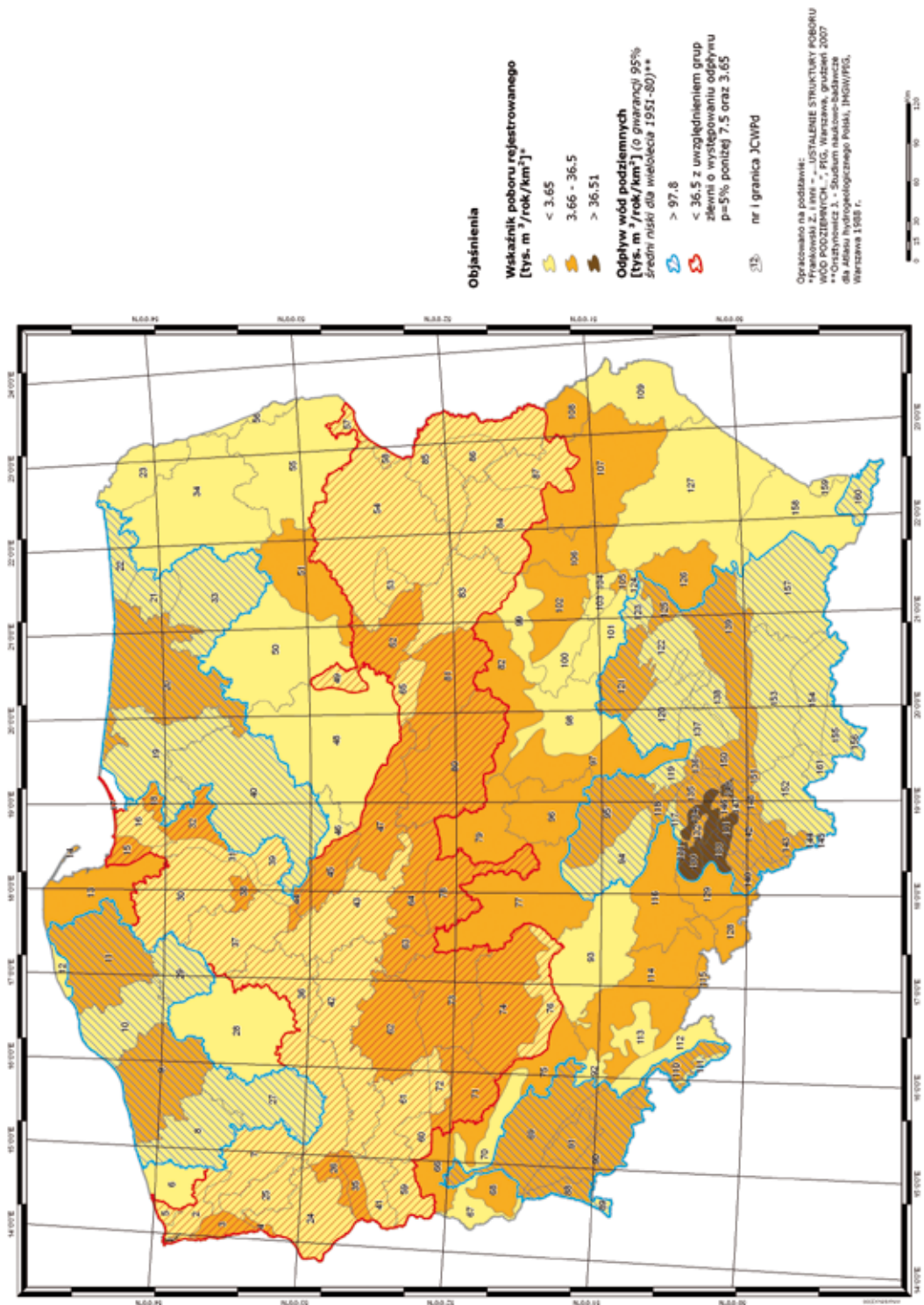
Wielkość podziemnego zasilania rzek (odpływu podziemnego) podlega również krótko- i długotrwałym wahaniom. Charakterystykę zakresu zmian tej wielkości, w kontekście wieloletniej trwałości, określają wskaźniki odpływu podziemnego, z obszaru kraju – średniego rocznego z prawdopodobieństwem 50% tj. ok.  $30 \text{ km}^3/\text{rok}$ , co odpowiada wskaźnikom –  $3,1 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$  lub  $270 \text{ m}^3/\text{d}\cdot\text{km}^2$  lub  $97,8 \text{ mm}/\text{rok}$  i średniego niskiego dla okresu wielolecia, tj. wartości zbliżonej do minimalnej rocznej wielkości odpływu występującego z częstotliwością 5%, co odpowiada ok.  $18 \pm 3 \text{ km}^3/\text{rok}$  (prawdopodobieństwu wystąpienia raz na 20 lat) (Orsztynowicz, 1988; Paczyński red., 1995). Wielkość wyżej wymienionych wskaźników, obliczonych jako średnie dla obszaru kraju wykorzystano jako poziomy referencyjne dla regionalizacji hydrogeologicznej Polski. Takie podejście odzwierciedla strukturę regionalnego podziału kraju w kontekście podziemnego zasilania rzek.

W ramach wydzielonych regionów podkreślić należy, że występuje zróżnicowanie podziemnego zasilania rzek. W regionach zdefiniowanych powyżej średniej dla kraju ( $3,12 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ ) występują zlewnie z odpływem podziemnym powyżej  $5,6 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ , tj. większym od średniego odpływu całkowitego dla Polski ( $5,5 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ ), a w regionach o niskich odpływach, zdefiniowanych poniżej średniej dla kraju, występują zlewnie z odpływem niskim  $0,11 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$  o prawdopodobieństwie  $p = 5\%$  (prawdopodobieństwo wystąpienia raz na 20 lat).

Syntezę regionalizacji kraju pod kątem podziemnego zasilania rzek, z uwzględnieniem poziomów odniesienia relacjonowanych przez określone miarodajne wskaźniki hydrologiczne i hydrogeologiczne (rys. 7), opracowano w nawiązaniu do nowej propozycji uwzględniania rozdziału odpływu podziemnego w kontekście jego roli w systemie przyrodniczym (Witczak, Żurek, 2008). Regionalizację przedstawiono na tle przestrzennej informacji o wielkości poboru rejestrowanego z uwagi na fakt, że eksploatacja wód podziemnych może bardzo istotnie modyfikować gradienty hydrauliczne przepływów międzywarstwowych – przesączenia się wód. Wywołane w ten sposób zmiany lokalne mogą wymuszać zmiany systemów krążenia wód podziemnych i powodować zmiany składu chemicznego wód.

## 4.2. Schematyzacja warunków hydrogeologicznych

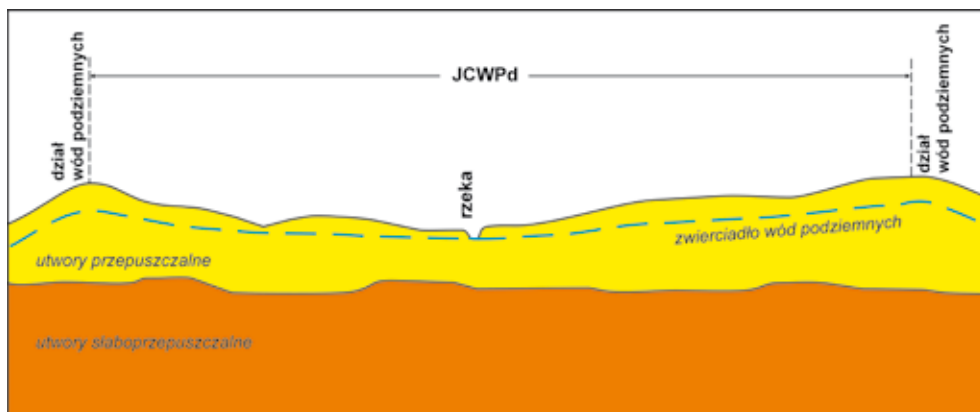
Wprowadzone w 2005 r. na drodze administracyjnej określenie „jednolita część wód podziemnych”, będące polskim odpowiednikiem angielskiego „groundwater body” stosowanego w Ramowej Dyrektywie Wodnej jest nazwą bardzo umowną, a nawet zwodniczą. Z hydrogeologicznego punktu widzenia słowo „jednolita” powinno się odnosić do systemów zamkniętych, w których są strefy zasilania, tranzytu i drenażu lub, w mniej skomplikowanych układach, strefy zasilania i drenażu. Jednak w regionach o złożonej budowie geologicznej i bardzo skomplikowanych warunkach hydrogeologicznych z lokalnymi i regionalnymi przepływami wód podziemnych i wielopiętrowymi systemami wodonośnymi często nie ma możliwości wydzielenia takich obszarów, które można nazwać hydrogeologicznie jednolitymi. Powoduje to, że w bardzo wielu przypadkach „jednolite części wód podziemnych” wcale nie są jednolite. Jest to bardzo istotne i należy o tym pamiętać, zwłaszcza dokonując ocen stanu JCWPd.



Rys. 7. Schemat regionalnego rozkładu podstawowych składników do surowego bilansu wodno-gospodarczego wód podziemnych

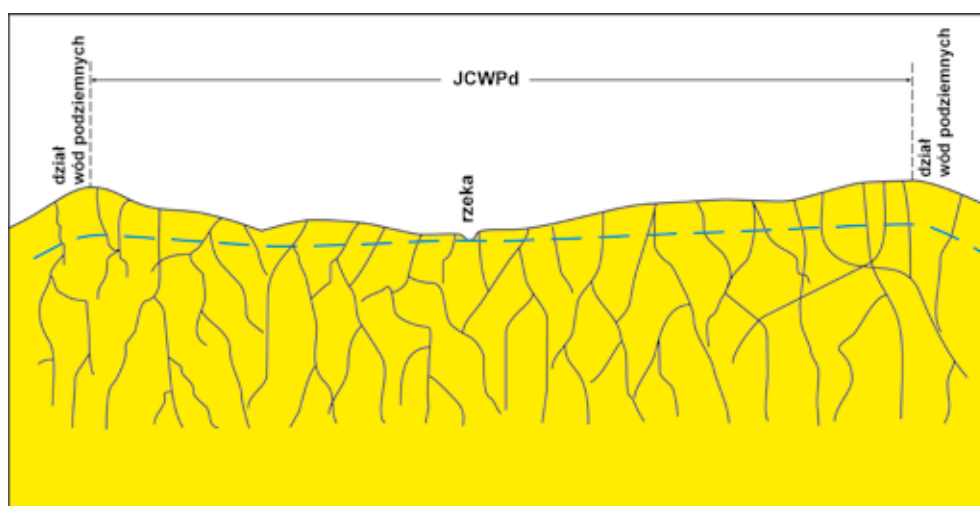
Krajowe uwarunkowania regionalne dobrze ilustrują dwu- lub trójwymiarowe modele pojęciowe JCWPd, będące wynikiem schematyzacji warunków hydrogeologicznych.

Na rysunku 8 przedstawiono jedną z najprostszych struktur hydrogeologicznych, w obrębie której JCWPd jest rzeczywiście jednolita, a układ jest hydrogeologicznie zamknięty. Tego typu sytuacje są na obszarze Polski rzadko spotykane.



**Rys. 8. JCWPd w obrębie jednowarstwowej struktury hydrogeologicznej (wg Z. Nowickiego, mat. arch. autora)**

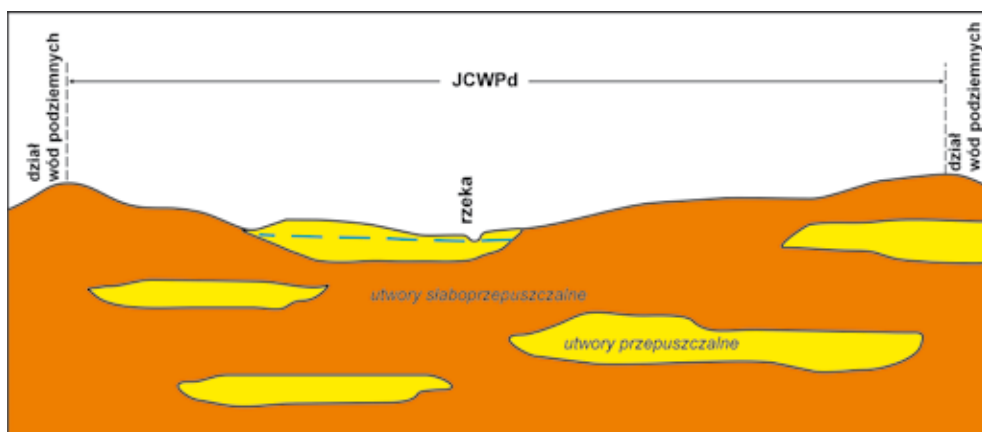
Podobnie prosty i hydrogeologicznie jednolity jest schemat w warunkach przepływu szczelinowego przedstawiony na rysunku 9. Zasięg głębokościowy JCWPd jest tu związany z pionowym rozwinięciem systemów szczelin (lokalnie pustek krasowych) i wielkością przepływu istotnego ilościowo. Tego typu warunki występują w Polsce m. in. na obszarze Lubelszczyzny, Gór Świętokrzyskich czy Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej.



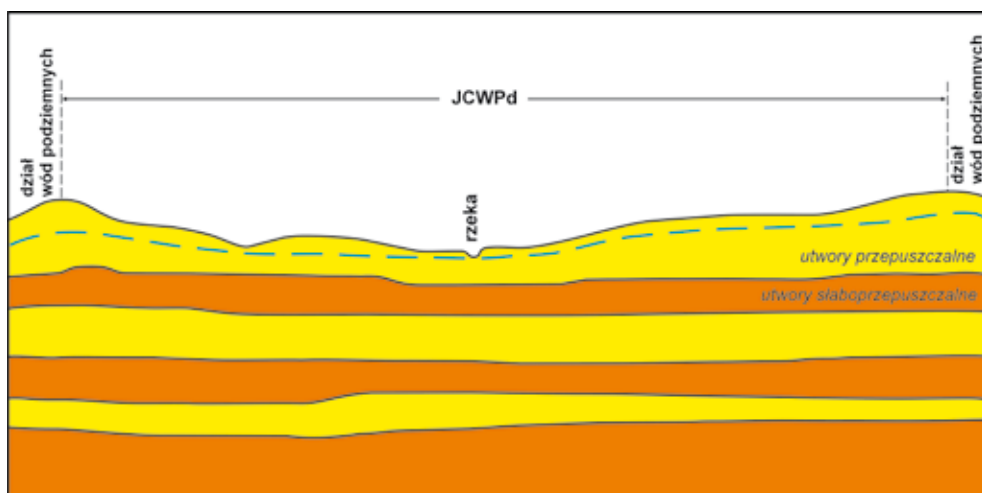
**Rys. 9. JCWPd w obrębie występowania przepływów szczelinowych i szczelinowo-krasowych (wg Z. Nowickiego, mat. arch. autora)**

Warto zwrócić uwagę na fakt, iż w strefach granicznych mogą w tym przypadku występować szczelinowe przepływy transgraniczne pomiędzy sąsiednimi JCWPd.

W utworach czwartorzędowych przykrywających znaczne obszary Polski dość często warstwy wodonośne występują w postaci piaszczystych wkładek w obrębie utworów słabo przepuszczalnych (rys. 10) lub jako systemy wielowarstwowe przedzielone utworami słabo przepuszczalnymi (rys. 11).

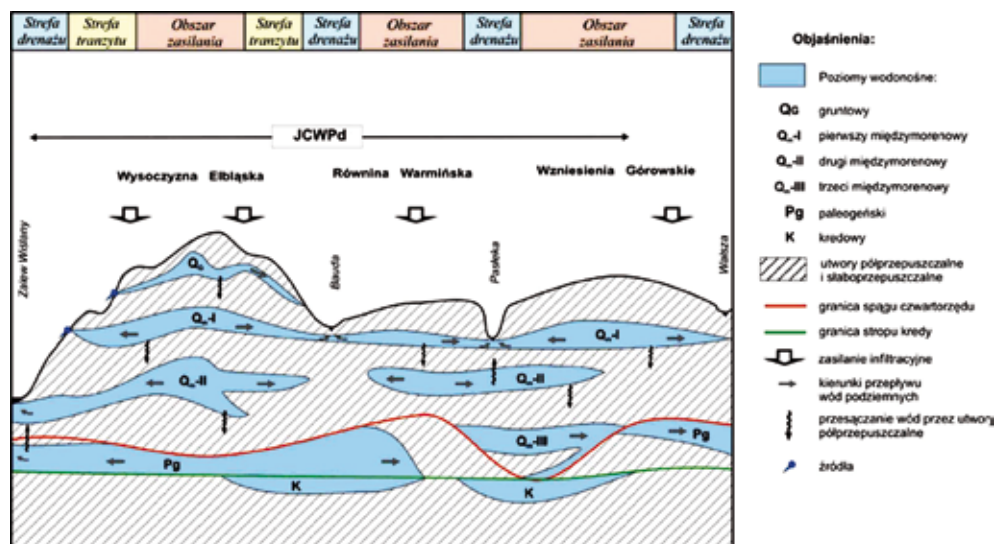


**Rys. 10. JCWPd na obszarach występowania osadów kenozoicznych, w tym czwartorzędowych (wg Z. Nowickiego, mat. arch. autora)**



**Rys. 11. JCWPd w systemach wielowarstwowych (wg Z. Nowickiego, mat. arch. autora)**

Przedstawione na rysunkach 10 i 11 schematy to proste i dość typowe przykłady „niejednorodności” JCWPd. W warunkach naturalnych występują jednak często bardzo skomplikowane struktury wodonośne, które trudno przyporządkować do podstawowych modeli hydrogeologicznych (rozd. 10). Dobrze odzwierciedla to schemat przepływu wód podziemnych (model 2D) w obrębie jednej z JCWPd na obszarze Polski Północnej przedstawiony na rysunku 12.



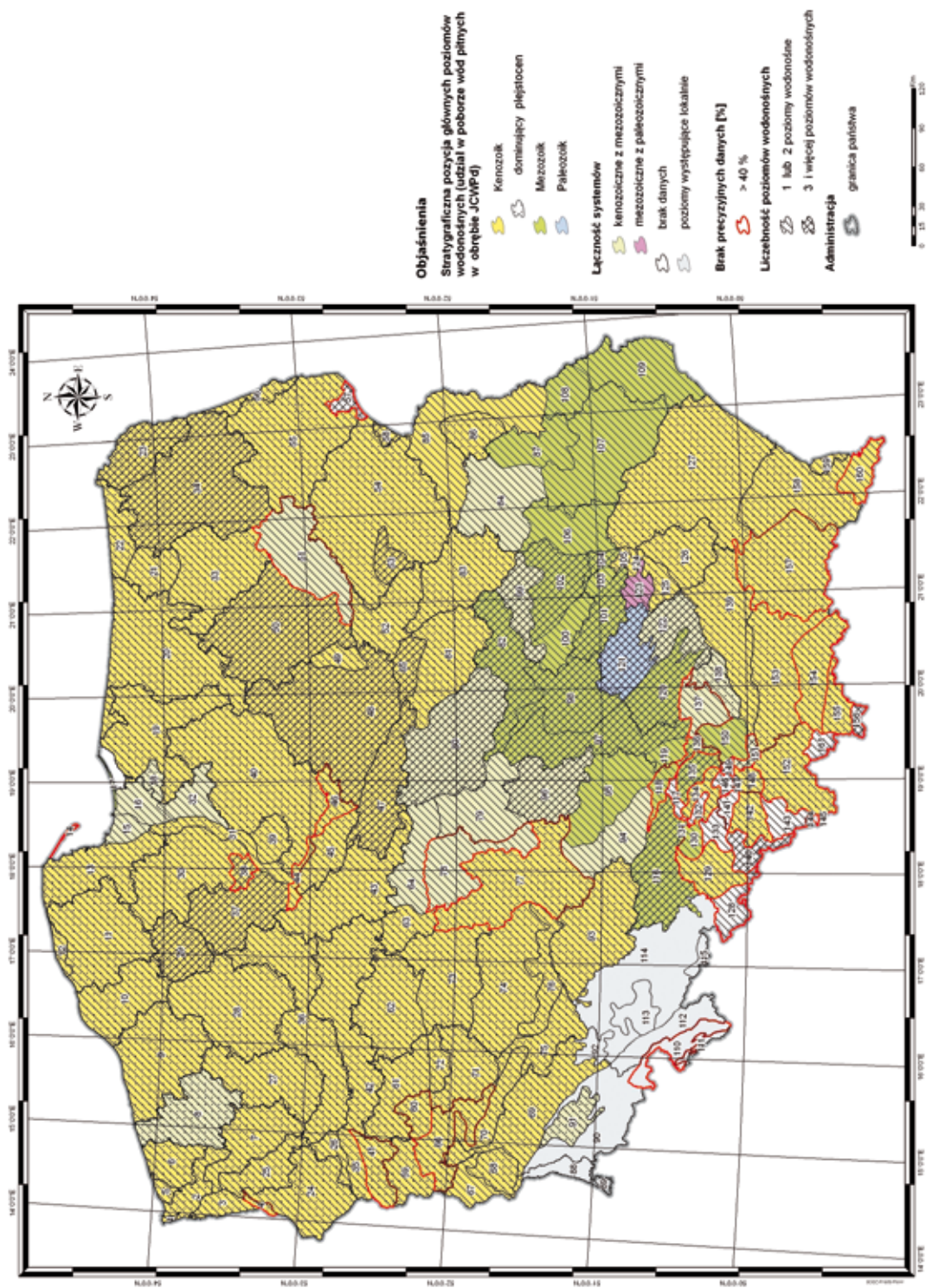
**Rys. 12. Schemat przepływu wód podziemnych w obrębie JCWPd w rejonie Wysoczyzny Elbląskiej (wg M. Lidzbarskiego, mat. arch. autora)**

Uwzględniając dotychczasowy hydrostrukturalny podział kraju na JCWPd (rys. 13), dane o charakterystyce hydrologicznej kraju oraz dane z analizy presji i istotnych oddziaływań przedstawia się propozycję grupowania JCWPd dla potrzeb monitoringu operacyjnego i diagnostycznego.

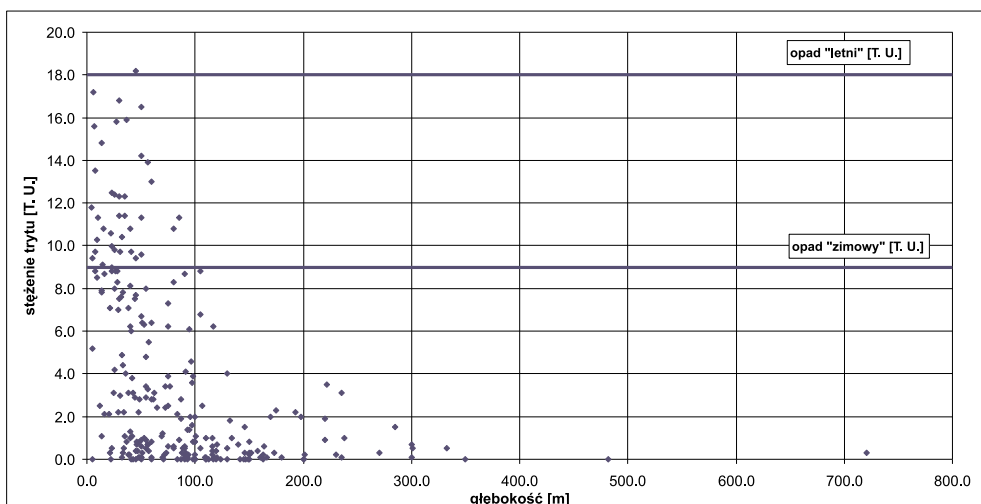
### 4.3. Tryt w wodach podziemnych jako identyfikator presji i podatności na zagrożenia wód podziemnych

Niezwykle ważnym elementem w interpretacji wyników, zwłaszcza przy ocenie stanu chemicznego wód podziemnych (Hordejuk i in., 2008), jest informacja o wieku wód podziemnych (Dowgiało, Nowicki, 2007). Czas obiegu wody w warstwie wodonośnej w ustalonych warunkach przepływu, nazywany także czasem przebywania wody w warstwie wodonośnej, jest parametrem określającym systemy krążenia i wymiany wód podziemnych. Bezpośrednim wskaźnikiem „wieku” młodych wód współczesnych (do 50 lat), jak również wskaźnikiem wrażliwości warstwy wodonośnej na zanieczyszczenie antropogeniczne jest zawartość trytu (Felter, Nowicki, 1997). W zależności od ilości zbadanych punktów i gęstości punktów monitoringu na obszarze kraju, można uzyskać ogólnokrajowy, regionalny lub nawet lokalny obraz antropogenicznych zmian hydrodynamicznych spowodowanych poborem wód podziemnych oraz ocenić jego wpływ na zmiany składu chemicznego wynikające z oddziaływania ognisk zanieczyszczenia: obszarowych, rozproszonych i lokalnych.

Poniżej, przedstawiono wyniki wieloletniego programu prowadzonego przez PSH, ukierunkowanego na to zagadnienie. W latach 2004–2006, w ramach działalności państwowej służby hydrogeologicznej, wykonano ponad 500 oznaczeń trytu w próbkach wód pobranych w punktach monitoringu sieci krajowej (Nowicki, 2004–2006). Wyniki tych oznaczeń w funkcji średniej głębokości zafiltrowania warstwy wodonośnej przedstawiono na rysunku 14.

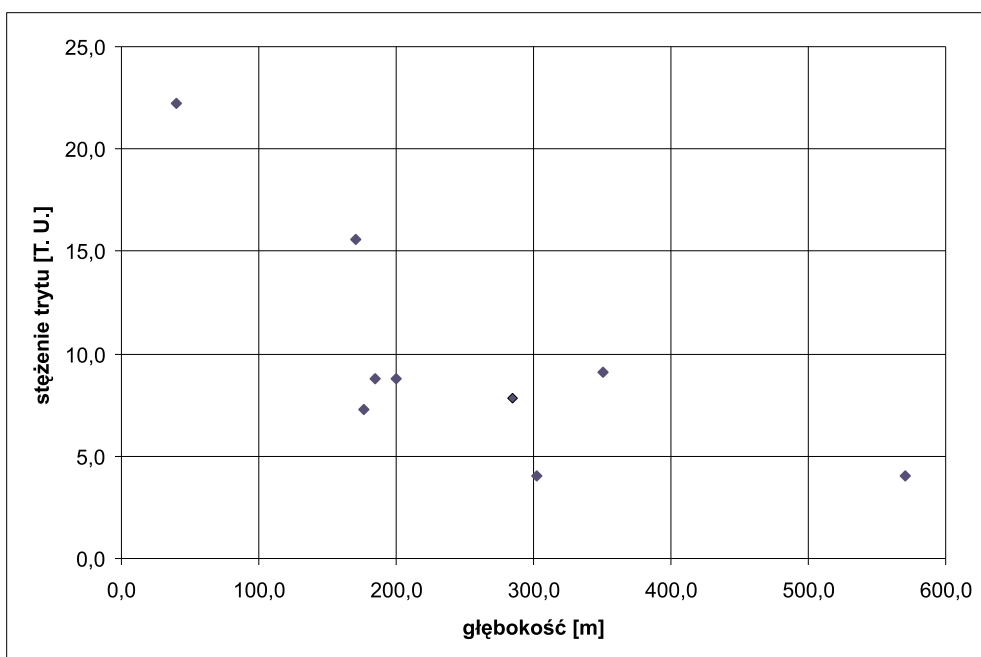


Rys. 13. Regionalna schematyzacja warunków hydrostrukturalnych i użytkowania wód podziemnych w Polsce (Hordejuk T. i in., 2008)



**Rys. 14. Stężenia trytu w wodach podziemnych w funkcji głębokości zafiltrowania w punktach monitoringu sieci krajowej**

Ponad 90% wyników powyżej granicy oznaczalności trytu występuje do głębokości ok. 150 m, natomiast pozostałe kilka procent przekraczające tę głębokość dotyczy stref wymuszonego dopływu w wyniku eksploatacji ujęć. Zasięg głębokościowy występowania trytu w wodach podziemnych w wybranych strefach eksploatacji ujęć i prowadzenia odwodnień przedstawiono na rysunku 15.

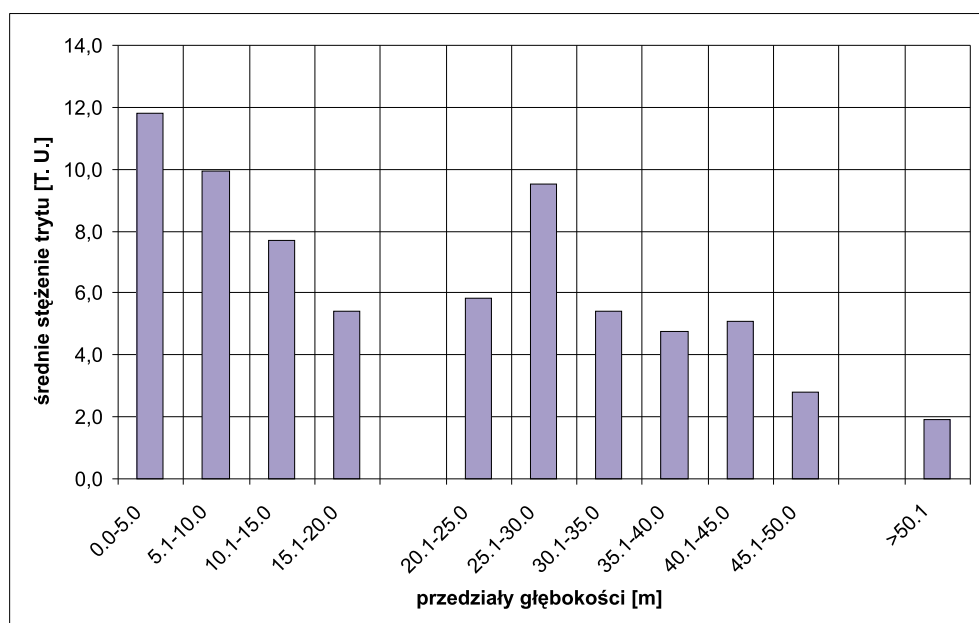


**Rys. 15. Stężenie trytu w wodach podziemnych w strefach eksploatacji ujęć i systemów odwodnieniowych**

Należy tu przypomnieć, że największa głębokość, na której stwierdzono występowanie trytu dotyczyła otworu Zakopane IG-1, w którym wydobywano wodę z głębokości ponad 1600 m.



Najbardziej interesujący jest przedział głębokości od 0 do 100 m, gdzie koncentruje się niemal 90% wyników trytu o wartości powyżej 2 T.U. Rozkład wartości stężeń trytu uśrednionych w przedziałach 5-metrowych przedstawiono na rysunku 16.



**Rys. 16. Średnie stężenia trytu w poszczególnych przedziałach głębokości**

Najwyższe średnie stężenia trytu, o wartościach zbliżonych do średnich rocznych stężeń  $^3\text{H}$  w opadach atmosferycznych występują na głębokościach do ok. 20 m. Prawidłowość ta wynika z faktu, że naturalny tryt jest izotopem głównie kosmogenicznym. Na głębokościach ok. 30 m występuje wzrost średnich wartości stężeń  $^3\text{H}$ , co wynika z infiltracji w okresach prowadzenia prób z bronią jądrową (głównie lata 1962–1963). Pozwala to postawić tezę (Z. Nowicki), że średni „wiek” wód podziemnych w systemach lokalnych obiegów, tj. średnio do głębokości 30–35 m na terenie Polski wynosi około 50 lat. Ta informacja daje pogląd na dynamikę i odnawialność wód podziemnych w naszym kraju, jak również pozwala wnioskować o potencjalnym ich zagrożeniu zanieczyszczeniami antropogenicznymi. Szczególnie wyraźnie postrzegana może być możliwość przenikania zanieczyszczeń o charakterze obszarowym, powodowanych na przykład przez rolnictwo. Powyżej przedstawiona konkluzja przekłada się również na wniosek, że z uwagi na warstwowy system JCWPd (rys. 10–12), należy uwzględniać czas wymiany wód w ośrodkach skalnych. To oznacza konieczność uwzględnienia określonego czasu reakcji systemu wód podziemnych (opóźnienia) w celu wyznaczenia punktu początkowego i trendu zmian oraz określenie ryzyka dla nie osiągnięcia środowiskowych standardów jakości (EQS, rozdz. 9, 10).

## 5. Zasady interpretacji wyników badań składu chemicznego wód podziemnych i sposób ich interpretacji

Podstawą interpretacji były wyniki oznaczeń składu chemicznego próbek wód podziemnych pobranych w 2007 r. z punktów monitoringu operacyjnego i diagnostycznego stanu chemicznego wód podziemnych. Wyniki tych oznaczeń, wykonanych w Centralnym Laboratorium Chemicznym PIG, po weryfikacji umieszczono w bazie danych Monitoringu Wód Podziemnych (MONBADA). Przy ocenie stanów chemicznego i ilościowego stosowano się do przepisów określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. (Dz. U. nr 143, poz.896). Wartości graniczne wskaźników jakości wody do oceny ich klasy przedstawiono w tabeli 3.

**Tabela 3. Wartości graniczne elementów fizykochemicznych stanu wód podziemnych w klasach jakości wód podziemnych – załącznik do Rozporządzenia Ministra Środowiska 23 lipca 2008 r.**

Lp.	Element fizykochemiczny	Jednostka	Tło hydrogeochemiczne <sup>1)</sup> (zakres wartości stężeń charakterystycznych)	Wartości graniczne <sup>2)</sup> w klasach I–V				
				I	II	III	IV	V
<b>Elementy ogólne:</b>								
1	Odczyn	pH	6,5–8,5	6,5–9,5			<6,5 lub >9,5	
2	Ogólny węgiel organiczny	mgC/l	1–10	5	10 <sup>*)</sup>	10 <sup>*)</sup>	20	>20
3	Przewodność elektrolityczna w 20°C	µS/cm	200–700	700	2,500 <sup>*)</sup>	2,500 <sup>*)</sup>	3	>3,000
4	Temperatura	°C	4–20	<10	12	16	25	>25
5	Tlen rozpuszczony	mg/l	0–5	>1	0,5–1	<0,5 <sup>*)</sup>	<0,5 <sup>*)</sup>	<0,5 <sup>*)</sup>
<b>Elementy nieorganiczne:</b>								
6	Amonowy jon	mgNH <sub>4</sub> /l	0–1	0,5	1,0	1,5	3	>3
7	Antymon <sup>H</sup>	mgSb/l	0–0,001	0,005 <sup>*)</sup>	0,005 <sup>*)</sup>	0,005 <sup>*)</sup>	0,1	>0,1
8	Arsen <sup>H</sup>	mgAs/l	0,00005–0,020	0,01 <sup>*)</sup>	0,01 <sup>*)</sup>	0,02	0,2	>0,2
9	Azotany <sup>H</sup>	mgNO <sub>3</sub> /l	0–5	10	25	50	100	>100
10	Azotyny <sup>H</sup>	mgNO <sub>2</sub> /l	0–0,03	0,03	0,15	0,5	1	>1
11	Bar	mgBa/l	0,01–0,3	0,3	0,5	0,7	3	>3
12	Beryl	mgBe/l	0–0,0005	0,0005	0,05	0,1	0,2	>0,2
13	Bor <sup>H</sup>	mgB/l	0,01–0,50	0,5	1 <sup>*)</sup>	1 <sup>*)</sup>	2	>2
14	Chlorki	mgCl/l	2–60	60	150	250	500	>500
15	Chrom <sup>H</sup>	mgCr/l	0,0001–0,010	0,01	0,05 <sup>*)</sup>	0,05 <sup>*)</sup>	0,1	>0,1
16	Cyjanki wolne <sup>H</sup>	mgCN/l	–	0,01	0,05 <sup>*)</sup>	0,05 <sup>*)</sup>	0,1	>0,1
17	Cyna	mgSn/l	0–0,02	0,02	0,1	0,2	2	>2
18	Cynk	mgZn/l	0,005–0,050	0,05	0,5	1	2	>2
19	Fluorki <sup>H</sup>	mgF/l	0,05–0,5	0,5	1	1,5	2	>2
20	Fosforany	mgPO <sub>4</sub> /l	0,01–1,0	0,5 <sup>*)</sup>	0,5 <sup>*)</sup>	1	5	>5
21	Glin <sup>H</sup>	mgAl/l	0,05–0,1	0,1	0,2 <sup>*)</sup>	0,2 <sup>*)</sup>	1	>1

22	Kadm <sup>H</sup>	mgCd/l	0,0001–0,0005	0,001	0,003	0,005	0,01	>0,01
23	Kobalt	mgCo/l	0–0,001	0,02	0,05	0,2	1	>1
24	Magnez	mgMg/l	0,5–30	30	50	100	150	>150
25	Mangan	mgMn/l	0,01–0,4	0,05	0,4	1 <sup>)</sup>	1 <sup>)</sup>	>1
26	Miedź	mgCu/l	0,001–0,020	0,01	0,05	0,2	0,5	>0,5
27	Molibden	mgMo/l	0–0,003	0,003	0,02 <sup>)</sup>	0,02 <sup>)</sup>	0,03	>0,03
28	Nikiel <sup>H</sup>	mgNi/l	0,001–0,005	0,005	0,01	0,02	0,1	>0,1
29	Ołów <sup>H</sup>	mgPb/l	0,001–0,010	0,01	0,025	0,1 <sup>)</sup>	0,1 <sup>)</sup>	>0,1
30	Potas	mgK/l	0,5–10	10 <sup>)</sup>	10 <sup>)</sup>	15	20	>20
31	Rtęć <sup>H</sup>	mgHg/l	0,00005–0,001	0,001 <sup>)</sup>	0,001 <sup>*)</sup>	0,001 <sup>)</sup>	0,005	>0,005
32	Selen <sup>H</sup>	mgSe/l	0,00001–0,005	0,005	0,01 <sup>)</sup>	0,01 <sup>)</sup>	0,05	>0,05
33	Siarczany	mgSO <sub>4</sub> /l	5–60	60	250 <sup>)</sup>	250 <sup>)</sup>	500	>500
34	Sód	mgNa/l	1–60	60	200 <sup>)</sup>	200 <sup>)</sup>	300	>300
35	Srebro <sup>H</sup>	mgAg/l	0–0,001	0,001	0,05	0,1 <sup>)</sup>	0,1 <sup>)</sup>	>0,1
36	Tal	mgTl/l	0–0,00001	0,001	0,01	0,02	0,1	>0,1
37	Tytan	mgTi/l	0–0,01	0,01	0,05	0,1	0,5	>0,5
38	Uran	mgU/l	0,000003–0,0003	0,009	0,009	0,03	0,1	>0,1
39	Wanad	mgV/l	0,000006–0,004	0,004	0,02	0,05	0,5	>0,5
40	Wapń	mgCa/l	2–200	50	100	200	300	>300
41	Wodorowęglany	mgHCO <sub>3</sub> /l	60–360	200	350	500	800	>800
42	Żelazo	mgFe/l	0,02–5	0,2	1	5	10	>10
<b>Elementy organiczne:</b>								
43	AOX <sup>H</sup> – adsorbowane związki chloroorganiczne	mgCl/l	0–0,0001	0,01	0,02	0,06	0,3	>0,3
44	Benzo(a)piren <sup>H</sup>	mg/l	0,000001–0,00001	0,00001	0,00002	0,00003	0,00005	>0,00005
45	Benzen <sup>H</sup>	mg/l	0	0,001	0,005	0,01	0,1	>0,1
46	BTX <sup>H</sup> – lotne węglowodory aromatyczne	mg/l	0	0,005	0,03	0,1 <sup>)</sup>	0,1 <sup>)</sup>	>0,1
47	Fenole (indeks fenolowy)	mg/l	0–0,001	0,001	0,005	0,01	0,05	>0,05
48	Substancje ropopochodne <sup>H</sup>	mg/l	0	0,01	0,1	0,3	5	>5
49	Pestycydy <sup>3)</sup> <sup>H</sup>	mg/l	0	0,0001 <sup>)</sup>	0,0001 <sup>)</sup>	0,0001 <sup>)</sup>	0,005	>0,005
50	Suma pestycydów <sup>4)</sup> <sup>H</sup>	mg/l	0	0,0005 <sup>)</sup>	0,0005 <sup>)</sup>	0,0005 <sup>)</sup>	0,0025	>0,0025
51	Substancje powierzchniowo czynne anionowe	mg/l	0	0,1	0,2	0,5	1	>1
52	Substancje powierzchniowo czynne anionowe i niejonowe	mg/l	0	0,1	0,2	0,5	1	>1
53	Tetrachloroeten <sup>H</sup>	mg/l	0–0,0005	0,001	0,01	0,05	0,1	>0,1
54	Trichloroeten <sup>H</sup>	mg/l	0–0,003	0,001	0,01	0,05	0,1	>0,1
55	WWA <sup>H</sup> – wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne	mg/l	0,000001–0,0001	0,0001	0,0002	0,0003	0,0005	>0,0005

**Objaśnienia:**

- 1) – Tło hydrogeochemiczne wg Katalogu wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania - S. Witczak, A. F. Adamczyk, 1995 (zmodyfikowane).
  - 2) – W przypadku metali podane wartości graniczne odnoszą się do ich formy rozpuszczonej.
  - 3) – Termin „pestycydy” obejmuje organiczne: insektycydy, herbicydy, fungicydy, nematocydy, akarycydy, algicydy, rodentycydy, slimicydy, a także produkty pochodne oraz ich pochodne metabolity, a także produkty ich rozkładu i reakcji; oznacza się jedynie te pestycydy, których występowania w wodzie można oczekiwać; określone dla pestycydów wartości graniczne stosuje się do każdego poszczególnego pestycydu.
  - 4) – Suma pestycydów oznacza sumaryczną zawartość poszczególnych pestycydów wykrytych i oznaczonych ilościowo w ramach badań monitoringowych.
- H – Element fizykochemiczny, dla którego nie dopuszcza się przekroczenia wartości granicznej przy określaniu klasy jakości wód podziemnych w punkcie pomiarowym.
- \*) – Brak dostatecznych podstaw do zróżnicowania wartości granicznych w niektórych klasach jakości; przy klasyfikacji do oceny przyjmuje się klasę o najwyższej jakości spośród klas posiadających tę samą wartość graniczną.

Dane wejściowe do oceny stanu ilościowego obejmują swoim zakresem informacje o:

- wynikach ciągłego monitoringu zmian położenia zwierciadła wody w możliwie długim okresie czasu,
- całkowitym poborze wód podziemnych,
- zasobach dostępnych lub perspektywicznych.

Danymi wejściowymi do analizy zmian położenia zwierciadła wody były zasoby informacyjne bazy danych Sieci Obserwacji Hydrogeologicznych – SOH. Z uwagi na wiarygodność wyznaczenia na jego podstawie linii trendu (Kowalczyk i in., 2007), jedynie 77 otworów sieci obserwacyjnej stanu ilościowego ma udokumentowane ciągle zapisy pomiarów, kontynuowanych przez okres ponad 15 lat. Wyniki tych pomiarów wykorzystano do określenia reprezentatywnych, naturalnych reakcji systemu wód podziemnych (wieloletniej cykliczności) oraz tła hydrologicznego dla Polski. Pojęcie tła hydrologicznego, które oznacza reakcję stanów wód podziemnych na infiltrację opadów atmosferycznych lub drenaż w rozumieniu Margóczy i in. (2008). Reakcja ta jest istotna przy ocenach stanu ilościowego JCWPd i zależy od pojemności wodnej warstw/poziomów wodonośnych.

Dane potrzebne dla określenia wielkości poboru rejestrowanego i całkowitego, łącznie z nieopomiarowanym, na obszarach JCWPd pozyskano w formie surowej z opracowania Frankowskiego i innych (2007), które jest dotychczas jedynym takim opracowaniem wykonanym dla obszaru całego kraju. Dane powstały na drodze ankietyzacji i wizji lokalnej u użytkownika/właściciela, działającego w trybie szczególnego korzystania z wód oraz organów administracji gromadzących te dane. Na podstawie przeprowadzonej ankietyzacji uzyskano dane o 11 200 ujęciach wód podziemnych, o 140 odwodnieniach kopalnianych i 78 dużych odwodnieniach budowlanych. Zebrano także dane o 1793 oczyszczalniach komunalnych i przemysłowych oraz eksploatacji systemów melioracyjnych (475 ankiet). Uwzględniono dane Głównego Urzędu Statystycznego (GUS), urzędów marszałkowskich, Wyższego Urzędu Górniczego (WUG) oraz państwowej służby hydrogeologicznej (PSH).

Wykorzystano również dostępne opracowania: Herbich i in., (2003a, b), Witczak S. red. (2005), Hordejuk (2006); Frankowski i in., (2008, 2009), Maciejewski i in., (2007), Hordejuk i in., (2007, 2008); Kazimierski i in., (2007), Mitreğa i in., (2008); Kowalczyk A. i in., (2007); Nowicki Z. i in., (2007), Bilans zasobów kopalni i wód podziemnych w Polsce oraz bieżące opracowania statystyczne GUS.

Dane wejściowe z zakresu wielkości zasobów dostępnych, ustalanych jako zasoby dyspozycyjne zgodnie z Prawem geologicznym i górnictwem oraz informacje o zasobach perspektywicznych przyjęto z opracowania Herbich i in. (2003a, b). Zasoby perspektywiczne były określone na drodze ekstrapolacji i analogii hydrogeologicznej w stosunku do zasobów dyspozycyjnych, określonych na drodze bilansowania i modelowania, uwzględniającego wydzielenie odpływu nienaruszalnego wg Gromca red., (1999) i Witkowskiego i in., (2008) w celu zabezpieczenia potrzeb ekosystemów wodnych i lądowych zależnych od wód podziemnych.

Strukturę szeregów czasowych zmian poziomu zwierciadła wód podziemnych, można opisać przy pomocy dwóch podstawowych cech statystycznych – trendu i sezonowości zmian (cykliczności). W przypadku wahań zwierciadła wód podziemnych obserwuje się współwystępowanie tych dwóch cech. Dlatego w analizie trendu tego zjawiska istotna jest sprawa separacji zmienności czasowej – trendu, sezonowości i fluktuacji losowych w szeregu czasowym. Obliczenia zostały wykonane przy użyciu programu STATISTICA 8, uwzględniając analizę błędu w formie odchylenia standardowego i określenia krzywej regresji metodą najmniejszych kwadratów.

Zakres powyżej przedstawionych działań i interpretacji wyników umożliwił dokonanie rozwinięcia i poszerzenia analizy, pogłębiając ją o:

- sprecyzowanie schematów hydrogeologicznych w modelach koncepcyjnych (dotyczy wybranych JCWPd),
- ocenę reprezentatywności punktów monitoringu,
- przyjęcia zasad raportowania dotyczących rekomendacji kierunków działania w zakresie rozbudowy monitoringu operacyjnego i badawczego,
- wymagania w zakresie art. 13 dyrektywy 2000/60/WE dla sporządzenia planów i raportów.

Realizacja szczegółowego zakresu prac uwzględniła analizę i ocenę danych z 2007 r. z monitoringu stanu chemicznego i ilościowego oraz analizy i oceny danych dotyczących poboru wód.

Przeanalizowano także: zmiany stężeń wskaźników istotnych dla oceny stanu chemicznego dla JCWPd, w ujęciu historycznym zidentyfikowanych w trakcie prac przy pierwszym Raporcie do Komisji Europejskiej (2005), „Opracowaniu analizy presji...” (Herbich i in., 2007), wstępnej ocenie stanu chemicznego JCWPd (Hordejuk i in., 2007). Analizowano także zmiany stężeń „substancji” uznanych za priorytetowe w rozumieniu zał. IX RDW z rozbiem na niebezpieczne – art. 2, zał. VIII. Oceny zmian odnoszono do poziomu tła oraz do wartości granicznych określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008.

Zbiornicze zestawienie ocen stanu chemicznego oraz stanu ilościowego wód podziemnych w obszarach JCWPd i w dorzeczach według badań wykonanych w 2007 r. na tle ocen sporządzonych w latach 2005–2007 przedstawiono dalej w rozdziale 6.

## 6. Stan chemiczny jednolitych części wód podziemnych

Przy ocenie stanu chemicznego JCWPd analizowano wyniki badań fizykochemicznych wód podziemnych z 2007 r. a także z lat 2000–2007 w aspekcie zmian stężeń wskaźników w ujęciu punktowym i przestrzennym. Zgodnie z uregulowaniami prawnymi wykorzystano do analizy tło hydrochemiczne. Wykorzystano dane źródłowe z analizy presji wykonanej w 2007 roku (Herbich i in., 2007). Dla potrzeb uwiarygodnienia ocen stanu ilościowego wykorzystano wyniki stacjonarnych obserwacji zwierciadła wód podziemnych z lat 1976–2007, podanych w funkcjonującej w tym czasie bazie SOH. Niniejsza ocena stanu chemicznego uwzględnia trzy podstawowe elementy interpretacji wyników monitoringu:

- ocenę punktową;
- agregację wyników w obrębie wydzielonych JCWPd;
- stopień oddziaływania wód podziemnych na wody powierzchniowe i konsekwencji tego w formie zagrożenia nie osiągnięciem przez nie dobrego stanu chemicznego.

Raport o stanie chemicznym oraz stanie ilościowym (Hordejuk T., i in., 2008) dotyczył 161 JCWPd wydzielonych w 10 obszarach dorzeczy. Podczas realizacji prac uwzględniono analizę i ocenę danych z 2007 r. z sieci monitoringu diagnostycznego i operacyjnego stanu chemicznego systemu PMŚ.

### 6.1. Ocena stanu chemicznego w punktach pomiarowych

Podstawą interpretacji były wyniki oznaczeń składu chemicznego próbek wód podziemnych pobranych w 2007 r. z 1003 punktów monitoringu diagnostycznego i operacyjnego. Wyniki tych oznaczeń, wykonanych w Centralnym Laboratorium Chemicznym PIG, po weryfikacji umieszczono w bazie danych Monitoringu Wód Podziemnych PSH. W wyniku weryfikacji danych z dalszej analizy dla potrzeb oceny stanu chemicznego JCWPd wyłączono, jako niemiarodajne oceny z następujących punktów monitoringu: nr 1902 i 1903 oraz nr 2041 Bodzentyn – JCWPd nr 101 i JCWPd nr 102, nr 549 Długopole – JCWPd nr 110, nr 1878 Rabe – JCWPd nr 158, nr 2006 Rabka – JCWPd nr 154, nr 2009 Szczawa – JCWPd nr 154, nr 1757 Świnoujście – JCWPd nr 1, nr 845 Doba – JCWPd nr 21 i nr 926 Kłobukowo – JCWPd nr 48 oraz nr 1765 Brochów – JCWPd nr 63. Wyłączone punkty zlokalizowane są w obszarach współwystępowania wód zwykłych i mineralnych i/lub obszarach gdzie występują głębokie poziomy wodonośne, a skład chemiczny wód jest determinowany dopływem wód zmineralizowanych z podłoża. Są to JCWPd w systemach wielowarstwowych.

Oceny jakości wód w punktach pomiarowych według wyników z 2007 r. oraz uśrednione wyniki ocen dla poszczególnych JCWPd zostały przedstawione w skali przeglądowej, na rysunku 17. Trzeba podkreślić fakt, że na obszarze 11 JCWPd brak było punktów pomiarowych sieci monitoringu stanu chemicznego w 2007 r. W tych przypadkach ocenę stanu chemicznego JCWPd opracowano na podstawie dostępnych archiwalnych wyników analiz wód podziemnych.

Wyniki ocen punktowych próbek wód podziemnych pobranych z warstw wodonośnych o zwierciadle napiętym (wody wgłębne) oraz z warstw o zwierciadle swobodnym (wody gruntowe) przedstawiono na mapie (rys. 17) oraz w tabeli 4. Na mapie dokonano grupowania ocen wg schematu: stan dobry (klasy I, II, III) – stan słaby (klasy IV, V).

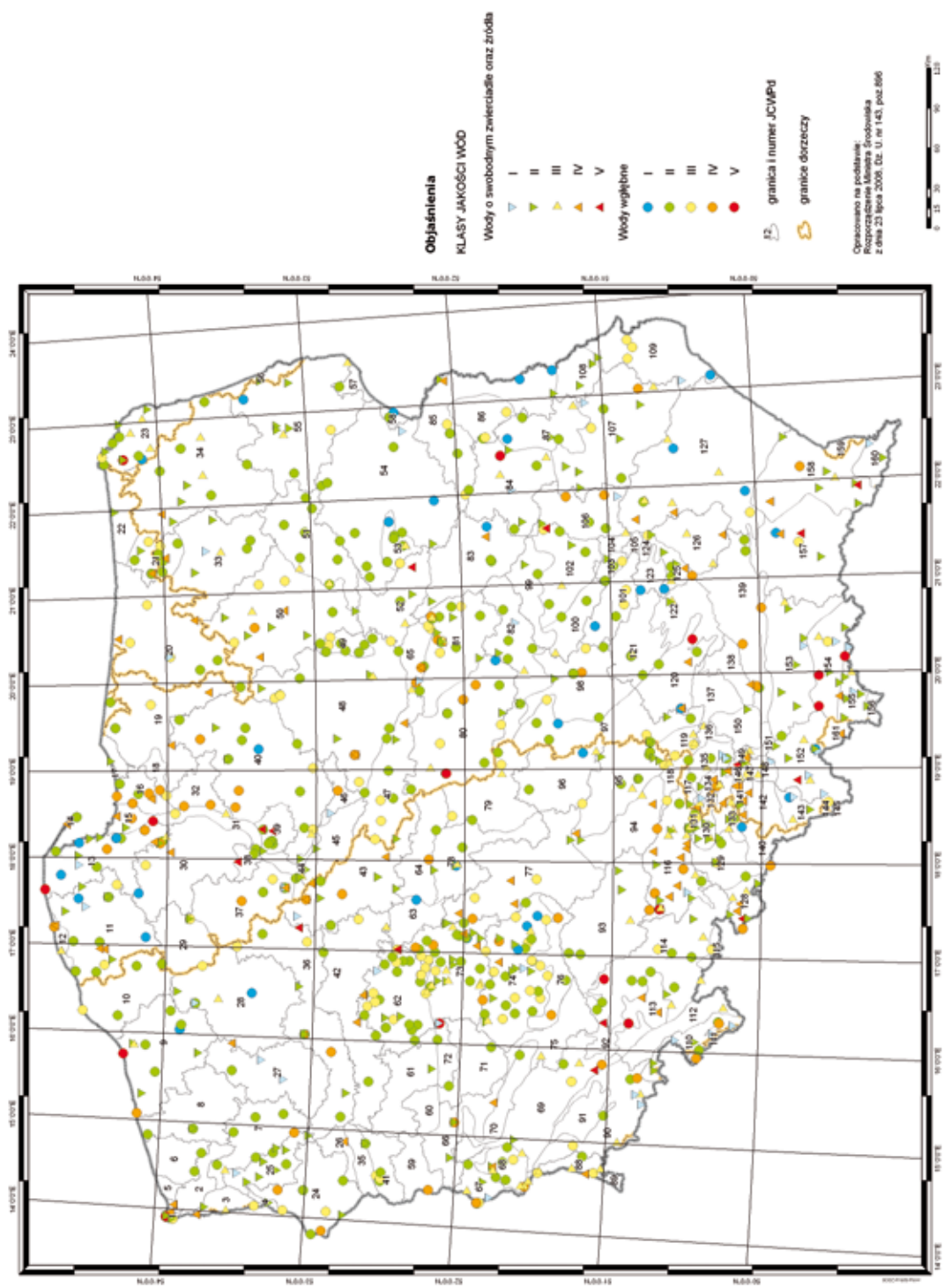
Udział poszczególnych wskaźników fizykochemicznych dla zbioru wyników 1003 analiz wód w podziale na klasy jakości przedstawiono w tabeli 5.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że udział w klasach IV–V wskaźników takich jak Sb, Pb, Hg, Ag, Cr, Al, Cd, NO<sub>2</sub>, Se, As, Ni, F, B i NO<sub>3</sub>, dla których nie dopuszcza się przekroczenia wartości granicznej przy określaniu klasy jakości wód podziemnych w punkcie pomiarowym, jest niewielki i wynosi 0,37%. Dotyczy to ogółem 120 takich ocen (klasa IV – 85 ocen, klasa V – 35 ocen).

W 2003 r. na terenie Polski ustanowiono 21 obszarów szczególnie narażonych (OSN) na zanieczyszczenia związkami azotu ze źródeł rolniczych. Klasyfikację oceny jakości wód pod tym kątem przedstawiono na rysunku 18, wykorzystując wyniki z monitoringu diagnostycznego w 2007 r.

Spośród 21 obszarów OSN, uznano, że w 6 szczególnie narażone są wody podziemne. Obszary te znajdują się na terenie RZGW Warszawa, RZGW Wrocław i RZGW Gliwice. W ogólnym bilansie zdecydowaną przewagę mają obszary ustanowione ze względu na zanieczyszczenie wód powierzchniowych. Ogółem, obszary szczególnie narażone na oddziaływanie rolnictwa wyznaczone na terenie kraju zajmują powierzchnię 6263,25 km<sup>2</sup>. Wielkość powierzchni OSN charakteryzuje olbrzymia skala rozpiętości od 0,13 do blisko 450 km<sup>2</sup>. Łączna powierzchnia obszarów OSN wyznaczonych ze względu na wody podziemne wynosi 809,9 km<sup>2</sup>, co stanowi ok. 10% całkowitej powierzchni OSN. W maju 2008 r. decyzją RZGW – Gliwice z OSN wyłączony został obszar GZWP nr 332.

Ocenę stanu chemicznego w punktach pomiarowych na podstawie badań przeprowadzonych w latach 2000–2007 (Mitręga i in., 2008) pokazuje, że nie ma w Polsce dużych „gorących punktów” zanieczyszczenia azotanami, ponieważ regionalny rozkład zagęszczenia inwentarza żywego oraz wykorzystania nawozów azotowych jest dosyć równomierny i stosunkowo niski. Nie można jednak wykluczyć faktu, że oddziaływanie takie może uwidocznić się w głębszych poziomach wodonośnych nawet po 20 latach od czasu znacznej redukcji nawożenia.



Rys. 17. Jakość wód podziemnych w 2007 r. Oceny w punktach pomiarowych sieci monitoringu diagnostycznego i operacyjnego (Hordejuk i in., 2008)



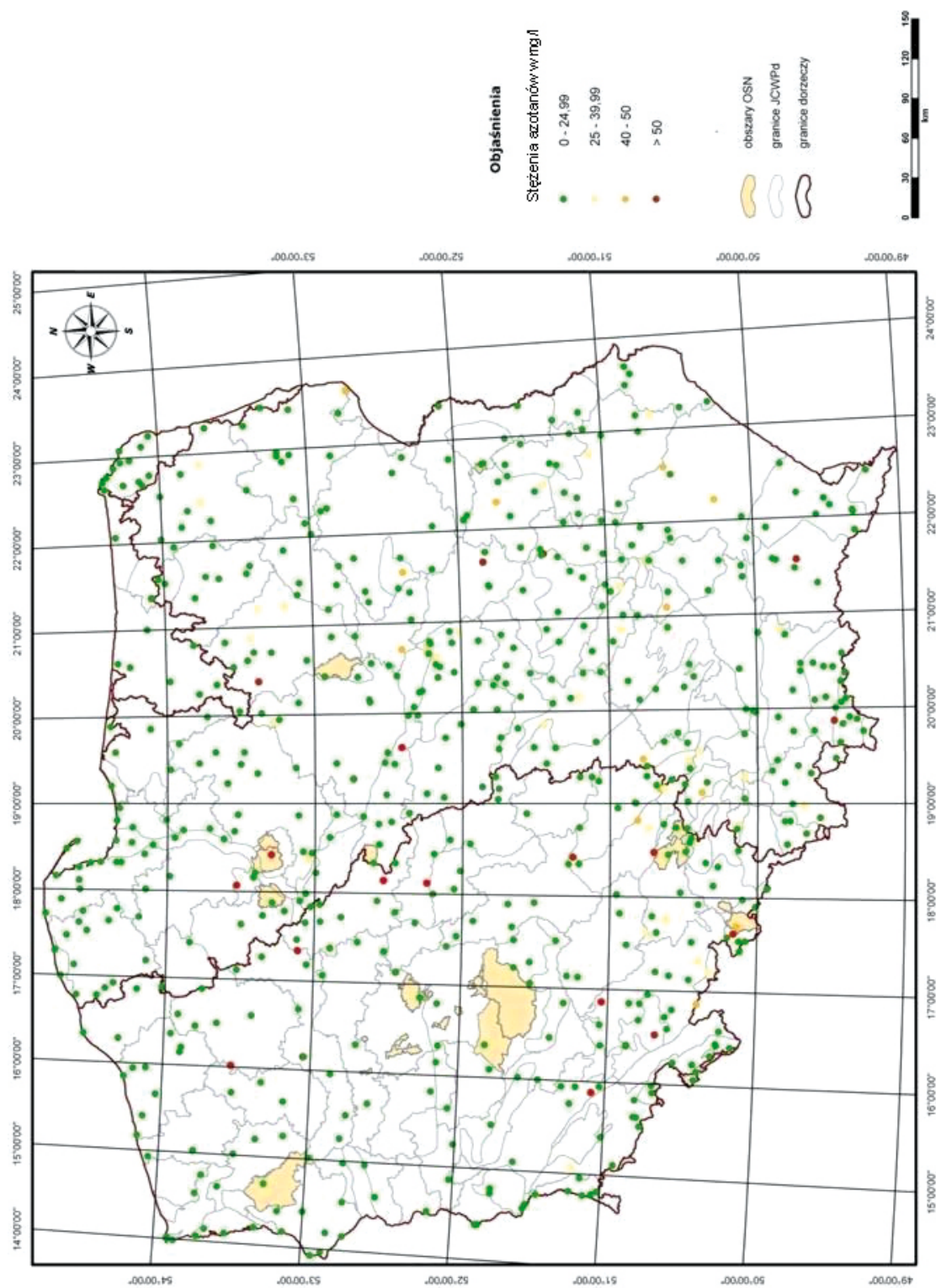
Tabela 4. Klasy jakości wód podziemnych z wodonośnych pieter hydrogeologicznych na podstawie badań wykonanych w 2007 roku w sieci monitoringu diagnostycznego i sieci monitoringu operacyjnego systemu PMS

Stratygrafia badanych pieter wodonośnych	Wody gruntowe (o swobodnym zwierciadle w tym źródła)					Wody wgłębne (o napiętym zwierciadle wody)					Wody ogólne (gruntowe + wgłębne)					Liczba- ność ocen ogółem	
	Klasy jakości wód – ocena stanu wód										Stan dobry						Stan słaby
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V		
	Liczebność ocen w klasach jakości I – V																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
<b>CZWARTORZĘD</b>	23	129	82	63	10	25	166	72	32	2	48	295	154	95	12	604	
<b>TRZECIORZĘD</b>	8	15	8	2	1	9	74	25	22	6	17	89	33	24	7	170	
<b>KREDA</b>	5	24	3	2	2	8	28	15	8	5	13	52	18	10	7	100	
<b>JURA</b>	1	5	11	3	0	1	20	13	2	4	2	25	24	5	4	60	
<b>TRIAS</b>	1	8	10	7	1	2	9	5	2	1	3	17	15	9	2	46	
<b>Paleozoik i starsze</b>	5	6	2	4	1	1	2	0	2	0	6	8	2	6	1	23	
<b>Ogółem</b>	43	187	116	81	15	46	299	130	68	18	89	486	246	149	33	1003	
<b>n</b>	<b>561</b>																
<b>%</b>	9,7	42,3	26,2	18,3	3,4	8,2	53,3	23,2	12,1	3,2	8,9	48,5	24,5	14,8	3,3		
<b>%</b>	<b>21,7</b>																
	<b>84,7</b>																
	<b>15,3</b>																
	<b>81,9</b>																
	<b>18,1</b>																

Ocena według zasad określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008, Dz. U. nr 143, poz.896

**Tabela 5. Procentowy udział wskaźników fizykochemicznych w poszczególnych klasach jakości wód wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008, Dz. U. nr 143, poz. 896.**

Lp.	Wskaźnik jakości	Liczebność ocen w klasach jakości I – V, n=1003			Procentowy (%) udział ocen wskaźników w klasach jakości I – V	
		I – III	IV	V	I – III	IV – V
1	2	3	4	5	6	7
1.	Antymon, <b>Sb</b>	1003	0	0	100	0
2.	Miedź, <b>Cu</b>	1003	0	0	100	0
3.	Ołów, <b>Pb</b>	1003	0	0	100	0
4.	Rtęć, <b>Hg</b>	1003	0	0	100	0
5.	Srebro, <b>Ag</b>	1003	0	0	100	0
6.	Tytan, <b>Ti</b>	1002	0	1	99,90	0,10
7.	Chrom, <b>Cr</b>	1001	1	1	99,80	0,20
8.	Wanad, <b>V</b>	1001	2	0	99,80	0,20
9.	Fosforany, <b>PO<sub>4</sub></b>	999	1	3	99,60	0,40
10.	Glin, <b>Al</b>	999	3	1	99,60	0,40
11.	Kadm, <b>Cd</b>	999	3	1	99,60	0,40
12.	Magnez, <b>Mg</b>	998	1	4	99,50	0,50
13.	Azotyny, <b>NO<sub>2</sub></b>	997	5	1	99,40	0,60
14.	Molibden, <b>Mo</b>	998	5	0	99,40	0,60
15.	Selen, <b>Se</b>	997	5	1	99,40	0,60
16.	Arsen, <b>As</b>	994	9	0	99,10	0,90
17.	Bar, <b>Ba</b>	993	7	3	99,00	1,00
18.	Nikiel, <b>Ni</b>	992	9	2	98,90	1,10
19.	Siarczany, <b>SO<sub>4</sub></b>	991	5	7	98,80	1,20
20.	Wapń, <b>Ca</b>	991	8	4	98,80	1,20
21.	Przewodność elektryczna (EPW)	987	3	13	98,41	1,59
22.	Fluor, <b>F</b>	985	10	8	98,21	1,79
23.	Temperatura	985	18	0	98,21	1,79
24.	Cynk, <b>Zn</b>	982	12	9	97,91	2,09
25.	Bor, <b>B</b>	981	12	10	97,81	2,19
26.	Chlorki, <b>Cl</b>	979	10	14	97,61	2,39
27.	Wodorowęglany HCO <sub>3</sub>	978	18	7	97,51	2,49
28.	Sód, <b>Na</b>	977	6	20	97,41	2,59
29.	Mangan, <b>Mn</b>	974	0	29	97,11	2,89
30.	Węgiel organiczny, Corg	973	20	10	97,01	2,99
31.	Azotany, <b>NO<sub>3</sub></b>	965	28	10	96,21	3,79
32.	Odczyn, pH	965	38	0	96,21	3,79
33.	Potas, <b>K</b>	949	17	37	94,62	5,38
34.	Amoniak, NH <sub>4</sub>	932	42	29	92,92	7,08
35.	Żelazo ogólne, Fe	897	77	29	89,43	10,57
Ogółem		32 510	375	254	98,85	0,78



Rys. 18. Występowanie azotanów w wodach podziemnych na podstawie monitoringu diagnostycznego systemu PMIS

## 6.2. Ocena stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych

Ocena stanu chemicznego obszaru JCWPd polegała w pierwszej kolejności na agregacji wyników oznaczeń poszczególnych badanych wskaźników fizykochemicznych dla obszaru całej JCWPd. Następnie na podstawie „zagregowanych” wartości stężeń wyznaczono klasy jakości wód dla obszarów JCWPd.

Ocenę wykonano zgodnie z procedurami podanymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dn. 23 lipca 2008 r., które sprowadzają się do odpowiedzi na pytania:

- w jakim obszarze danej JCWPd występują przekroczenia,
- jaki jest rozkład stężeń elementów fizykochemicznych, z uwzględnieniem właściwego modelu koncepcyjnego danej JCWPd.

Agregację wartości poszczególnych wskaźników przeprowadzono, przez określenie średniej arytmetycznej z wartości danego wskaźnika określonych w wyniku analiz wód podziemnych we wszystkich punktach badawczych znajdujących się w obszarze JCWPd, we wszystkich badanych poziomach – piętrach wodonośnych.

Zgodnie z procedurą oceny stanu chemicznego jednolite części wód podziemnych można grupować. Ten element agregacji JCWPd został opracowany i przedstawiony na rysunku 19. Do agregacji posłużono się czynnikami hydrologicznymi:

- średni niski odpływ podziemny  $<100 \text{ m}^3/\text{d}\cdot\text{km}^2$  tj. 1,16
- zlewnie z odpływem podziemnym o prawdopodobieństwie  $p = 5\%$  mniejszym od  $25 \text{ m}^3/\text{d}\cdot\text{km}^2$  tj.  $0,29 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ .

geogenicznymi:

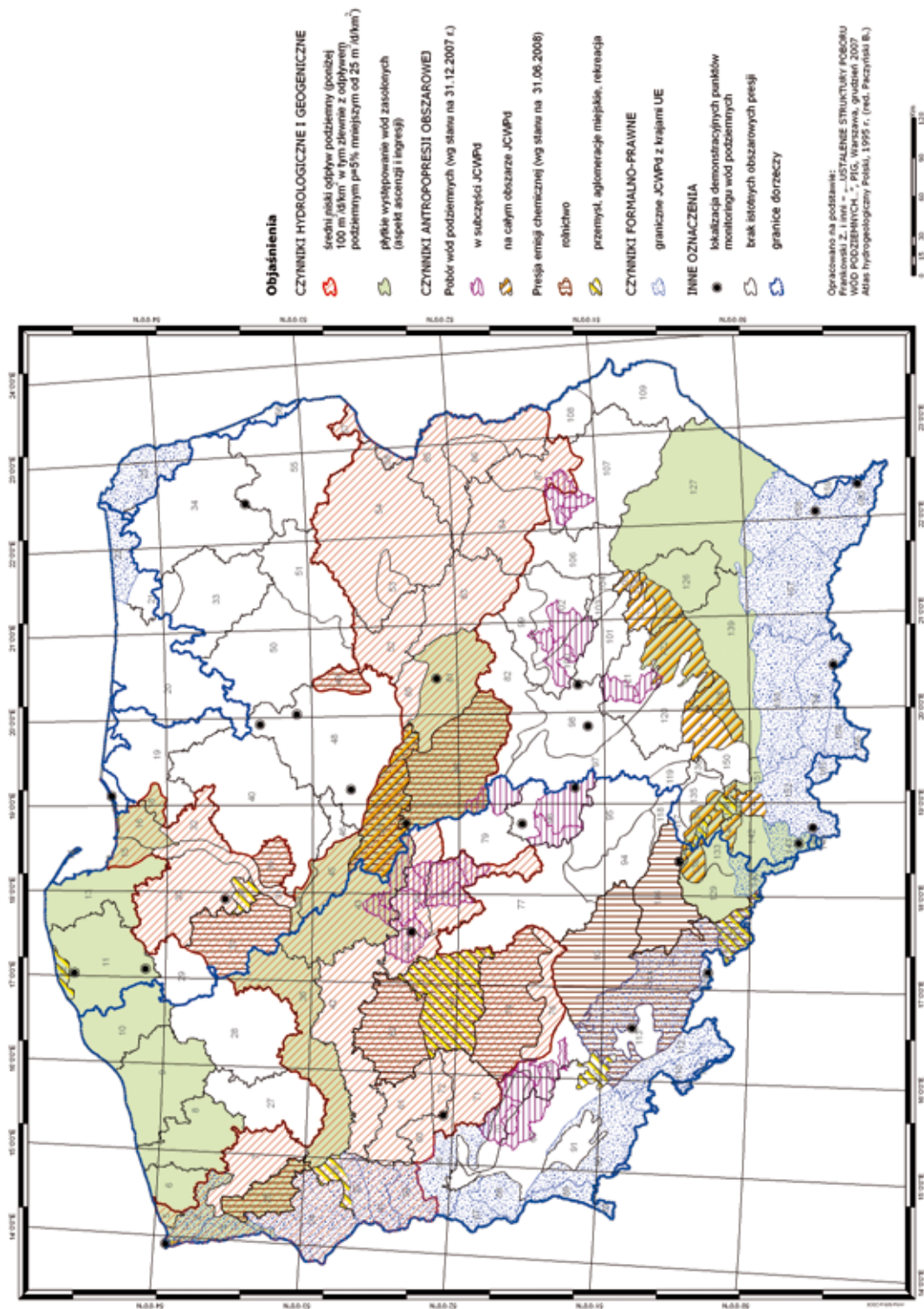
- płytkie występowanie wód słonych i słonawych,
- możliwość wystąpienia ascenzji wód słonych lub ingresji wód morskich,

antropogenicznymi:

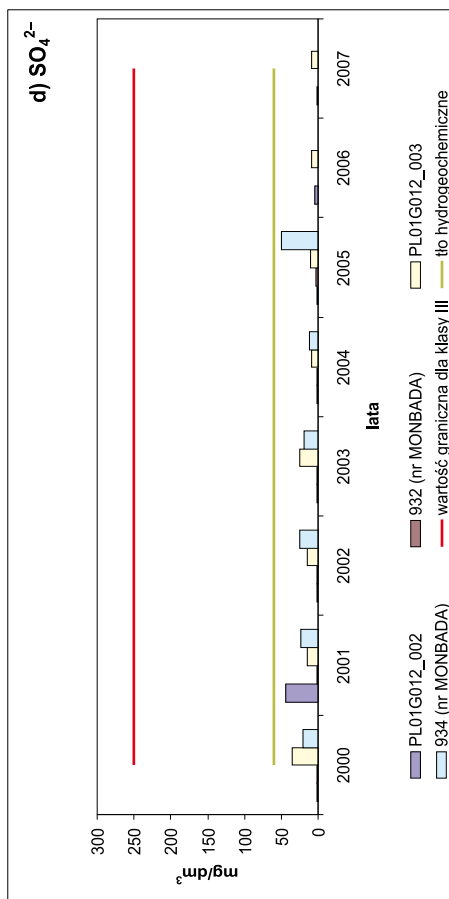
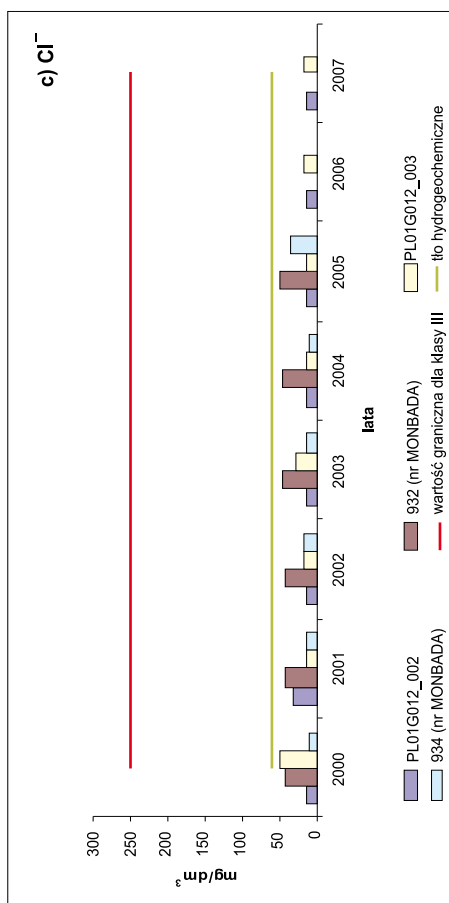
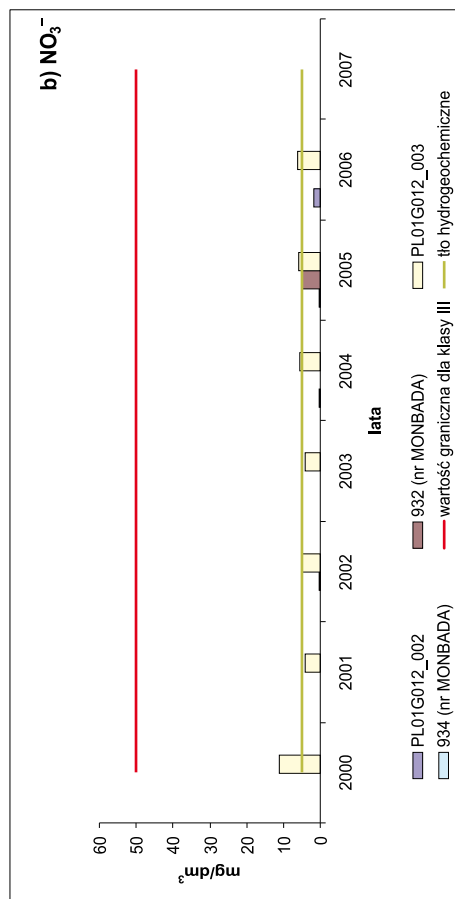
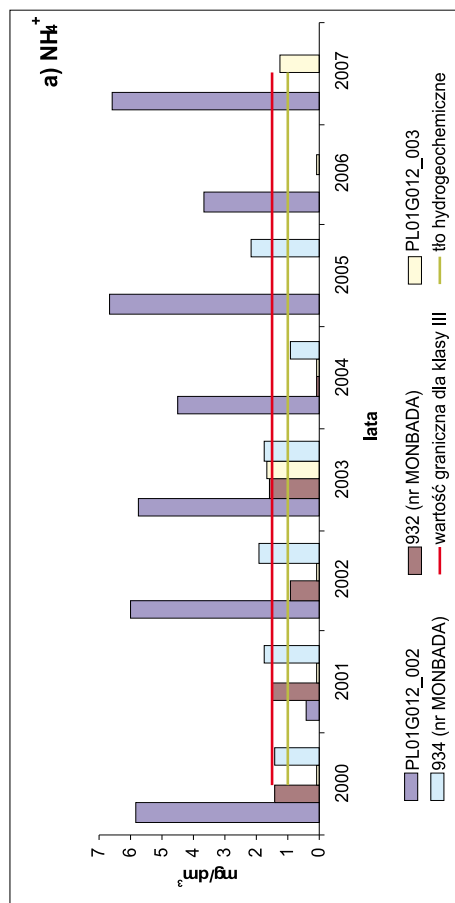
- górnictwo (drenaże i odwodnienia),
- rolnictwo (melioracje i nawodnienia),
- przemysł (eksploatacja i zrzuty wód zanieczyszczonych),
- gospodarka komunalna (duże ujęcia wód podziemnych).

Ocenę klasy jakości wód całego obszaru JCWPd przeprowadzono analogicznie jak dla pojedynczej próbki wody w oparciu o zakres wskaźników określony w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008, Dz. U. nr 143, poz. 896. z jedyną różnicą, że zamiast konkretnych stężeń wskaźników chemicznych określonych dla poszczególnych próbek posługiwano się ich wartościami uśrednionymi (średnia arytmetyczna). Następnie określano stan chemiczny dobry lub słaby wyróżnionych JCWPd.

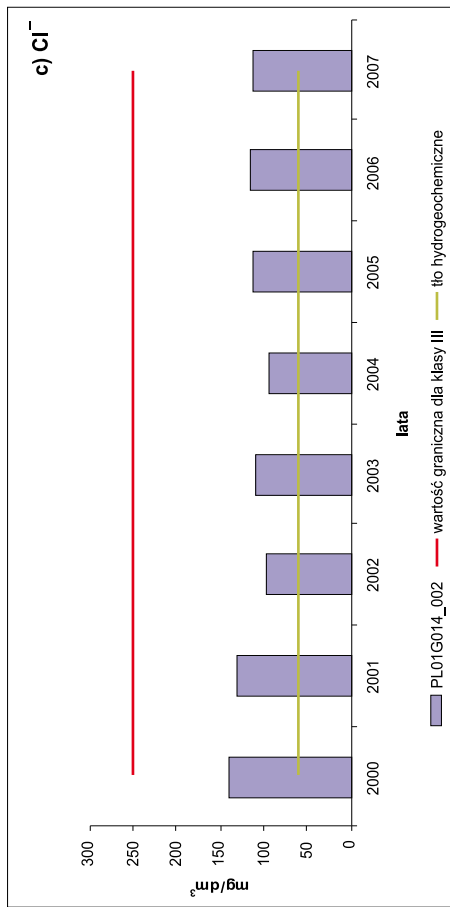
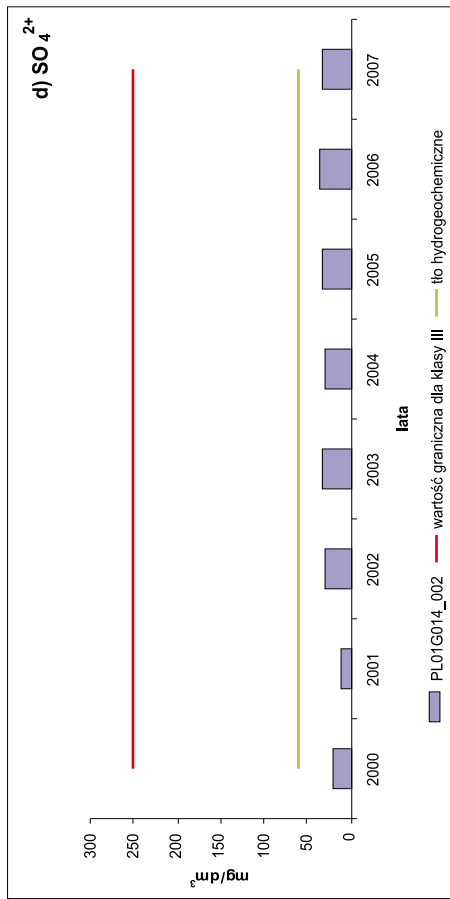
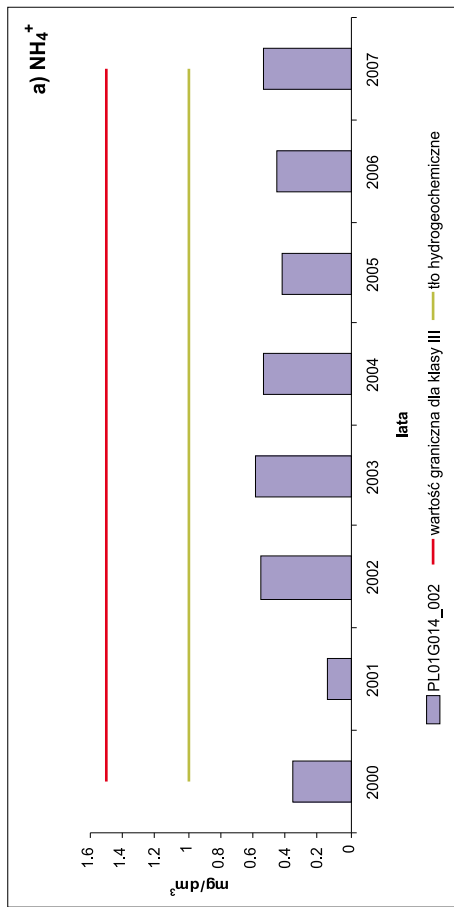
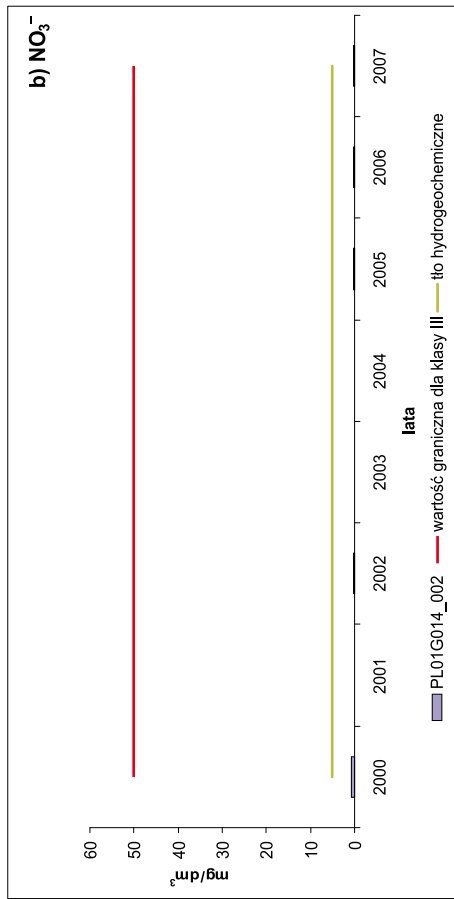
Niżej przedstawione histogramy stężeń obligatoryjnych wskaźników fizykochemicznych: Sb, Pb, Hg, Ag, Cr, Al, Cd,  $\text{NO}_2$ , Se, As, Ni, F, B,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$ , i  $\text{NO}_3$  oraz indykatorywnych, za które uznano jony Cl i  $\text{SO}_4$ , a które zostały zidentyfikowane w obszarach presji na wody podziemne w Polsce według badań monitoringowych w sieci krajowej w latach 2000–2007 (rys. 20–42).



Rys. 19. Regionalne uwarunkowania decydujące o agregacji JCWPd na obszarze Polski (Hordejuk T. i in., 2008)

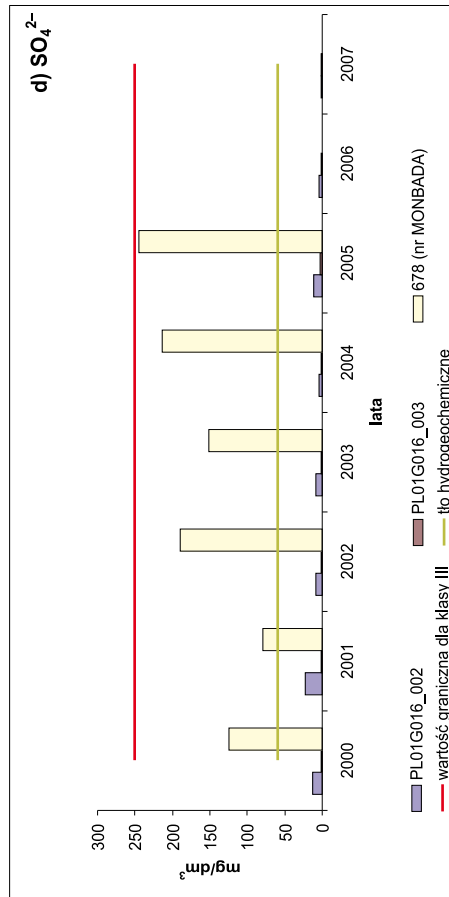
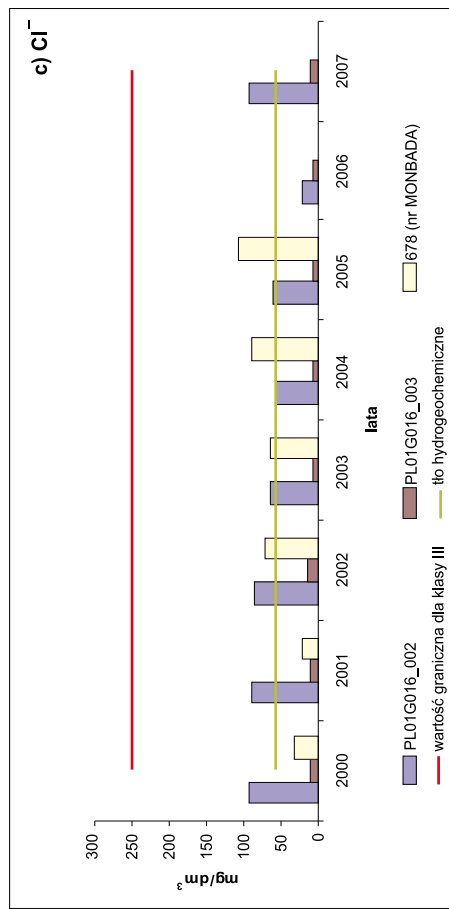
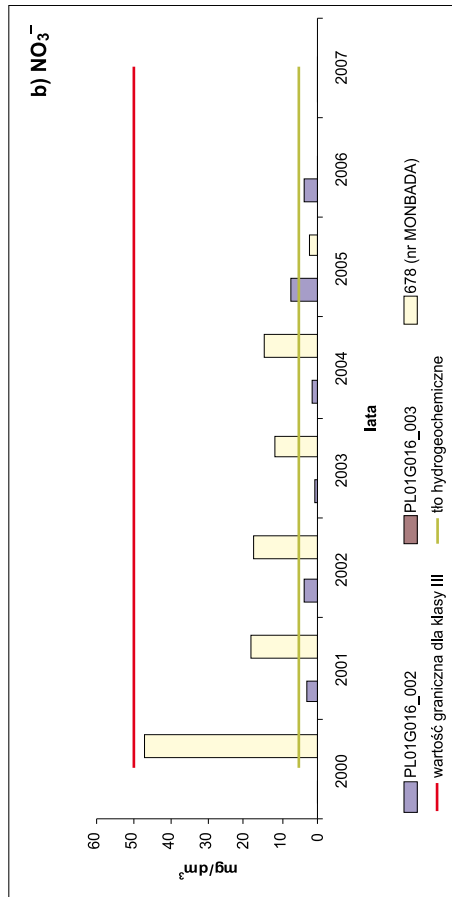
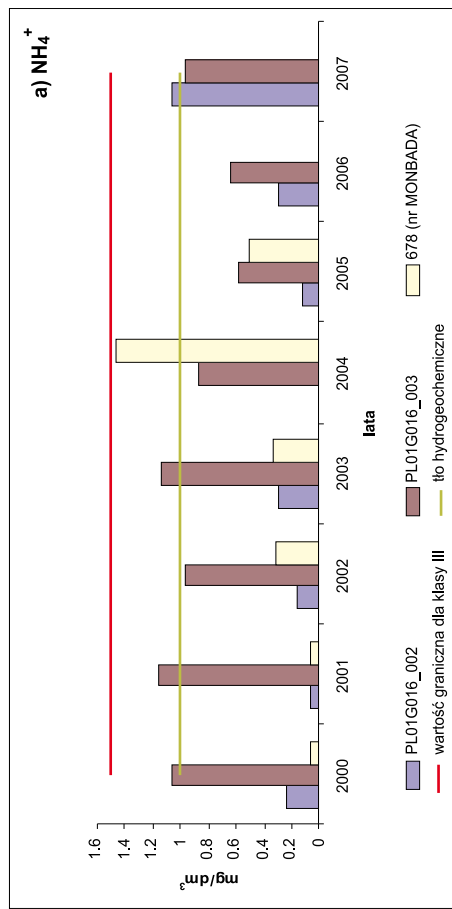


**Rys. 20. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPD 12, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**  
 a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatoryjne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )



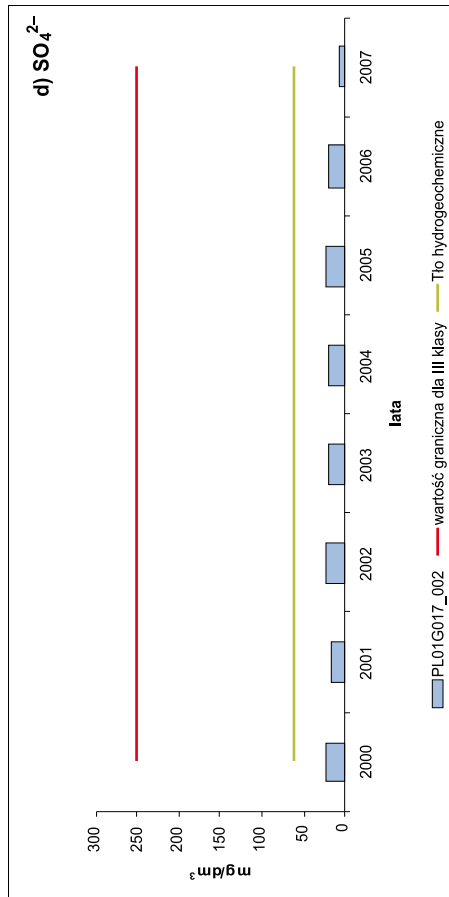
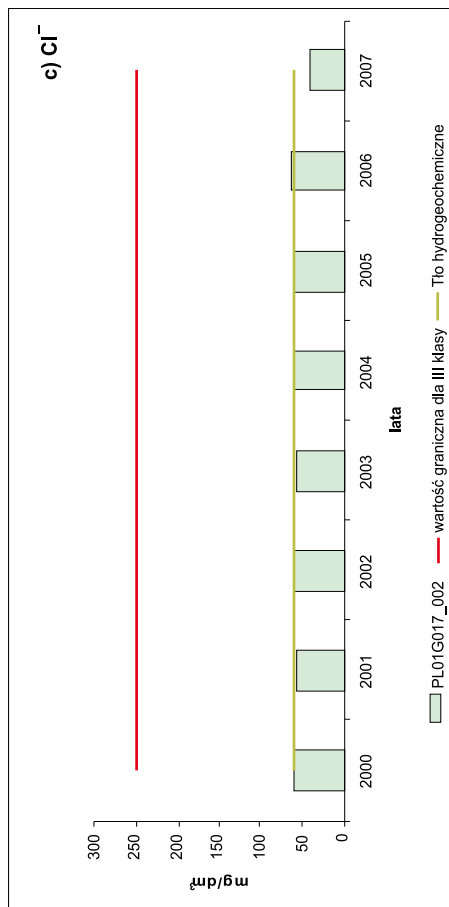
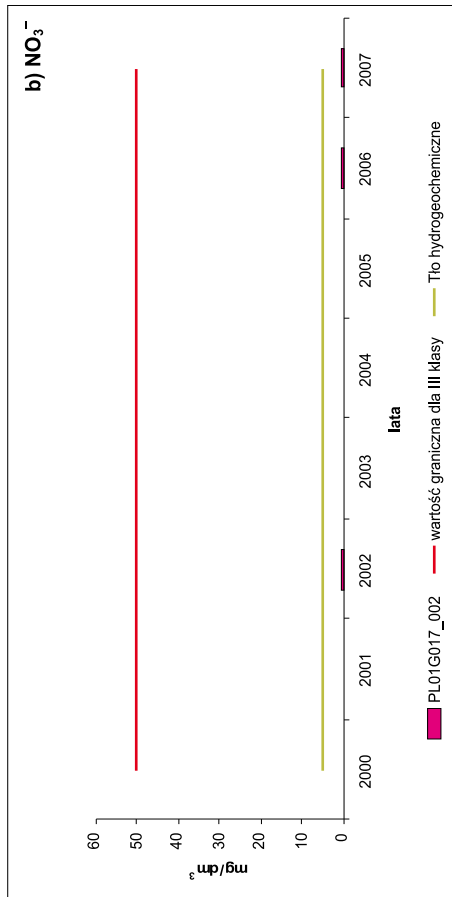
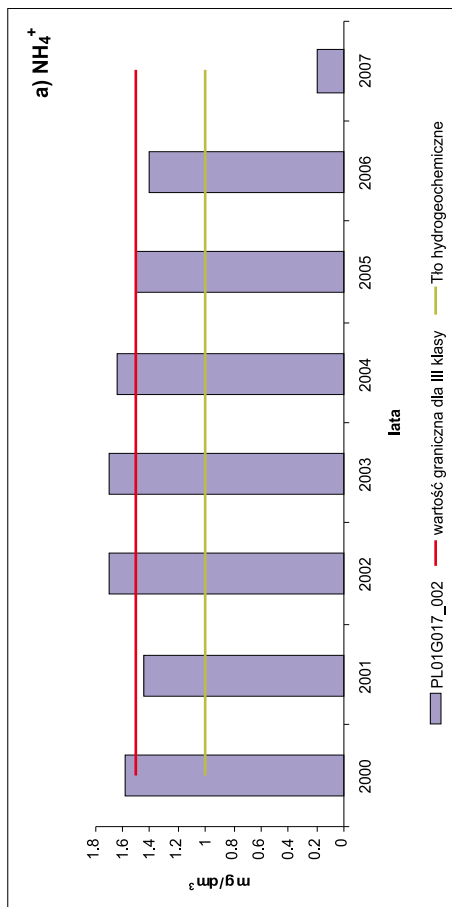
**Rys. 21. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 14, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**

a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatoryjne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )



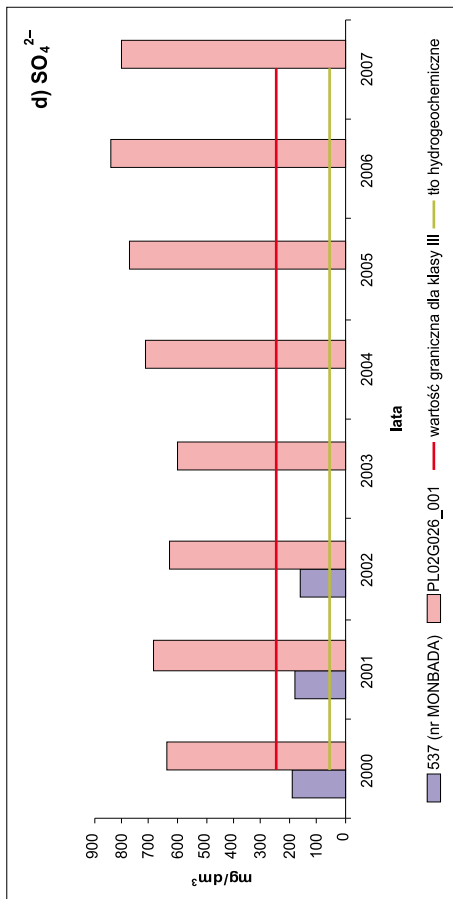
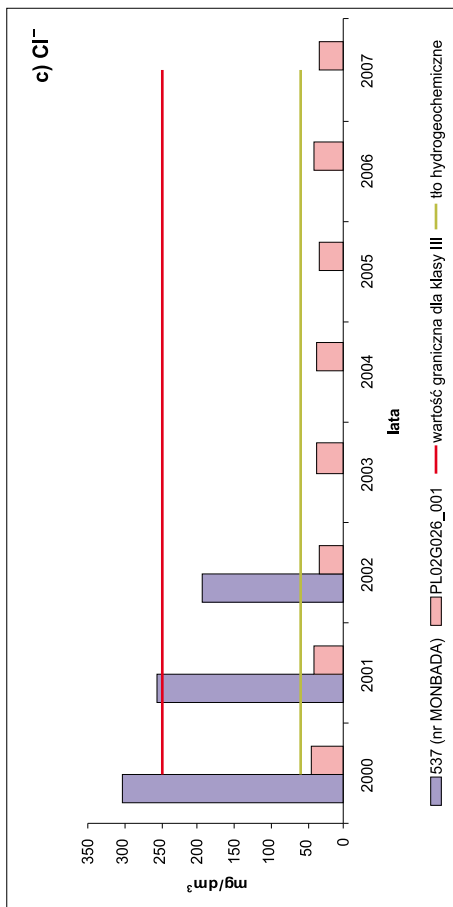
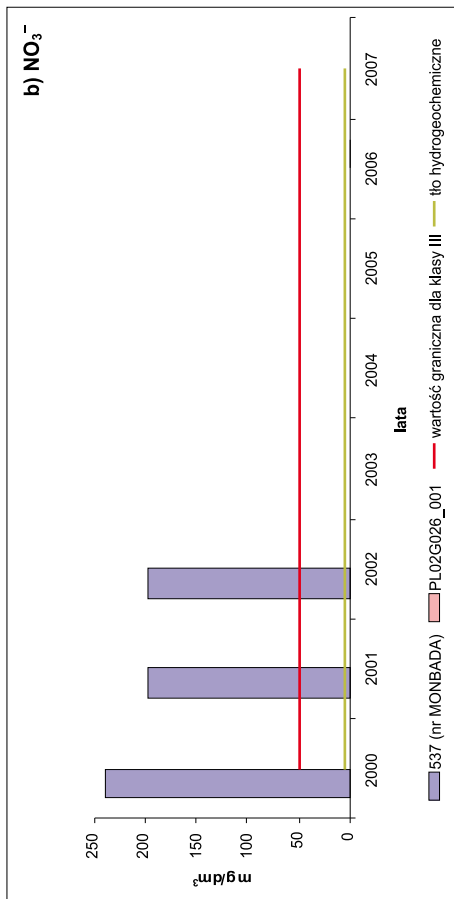
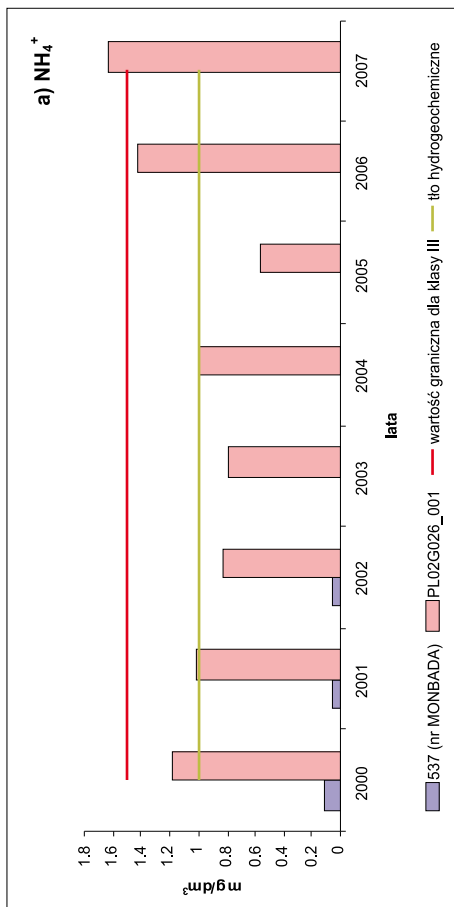
**Rys. 22. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 16, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**  
a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatoryjne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )



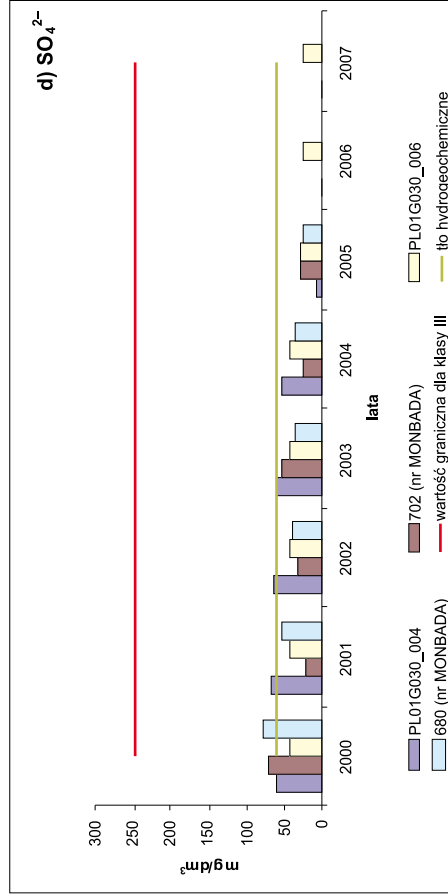
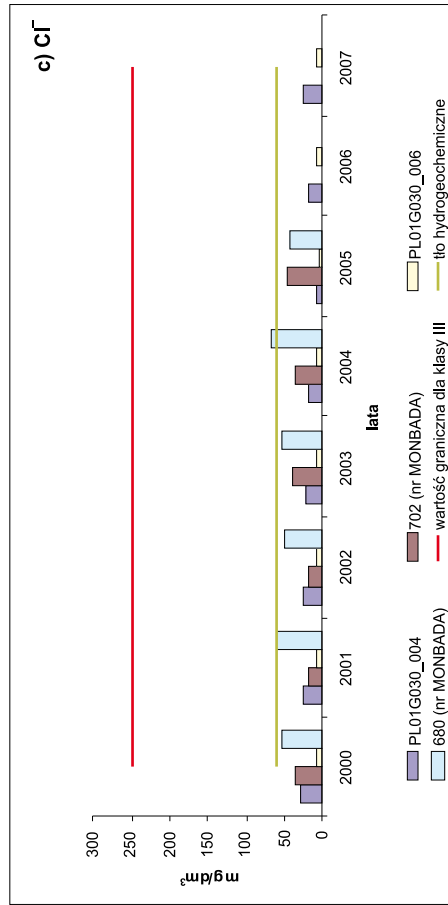
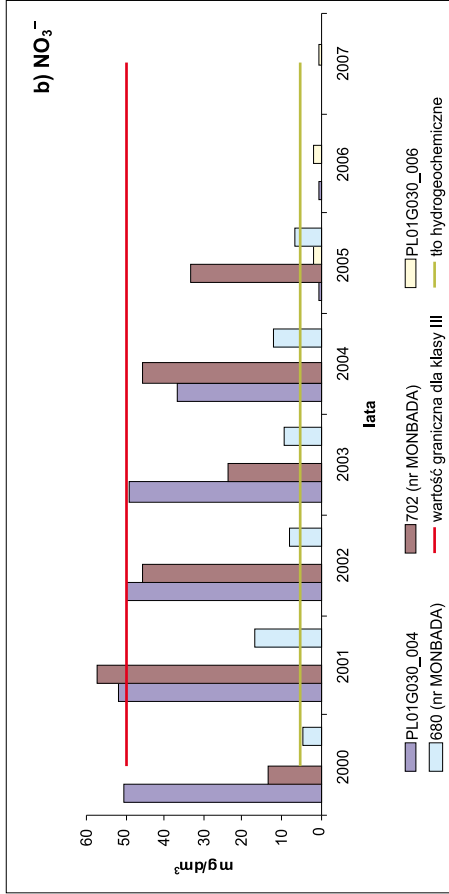
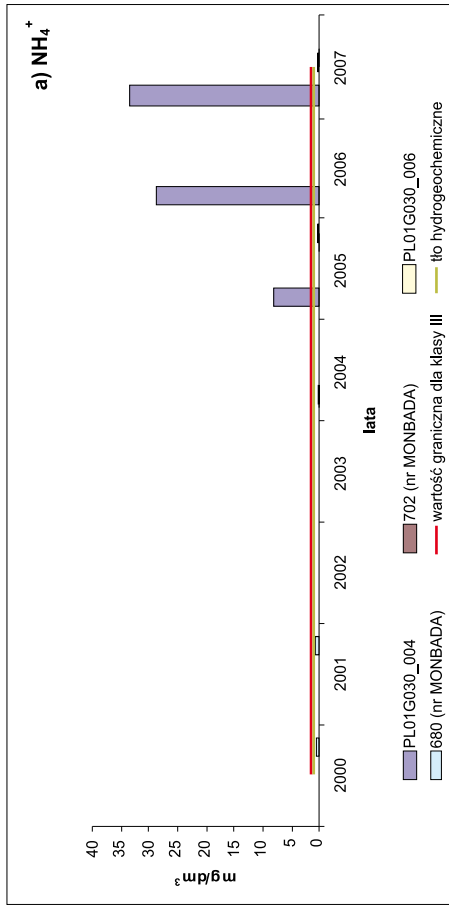


**Rys. 23. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 17, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**

a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatoryjne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )

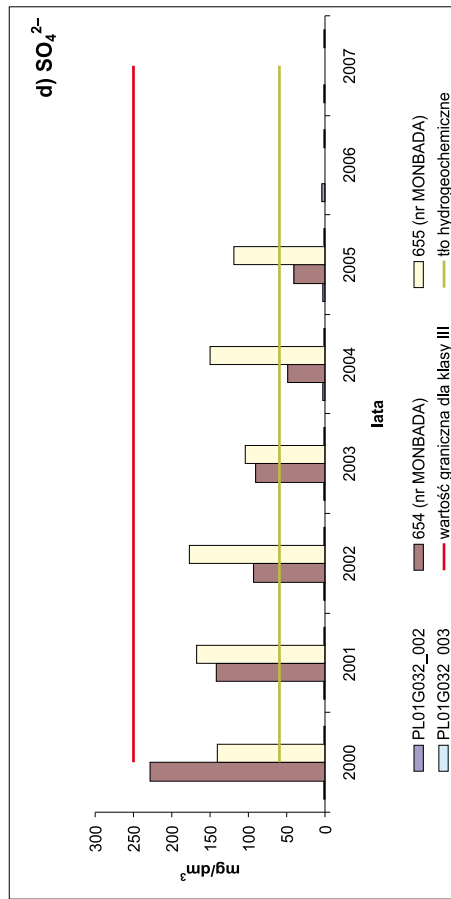
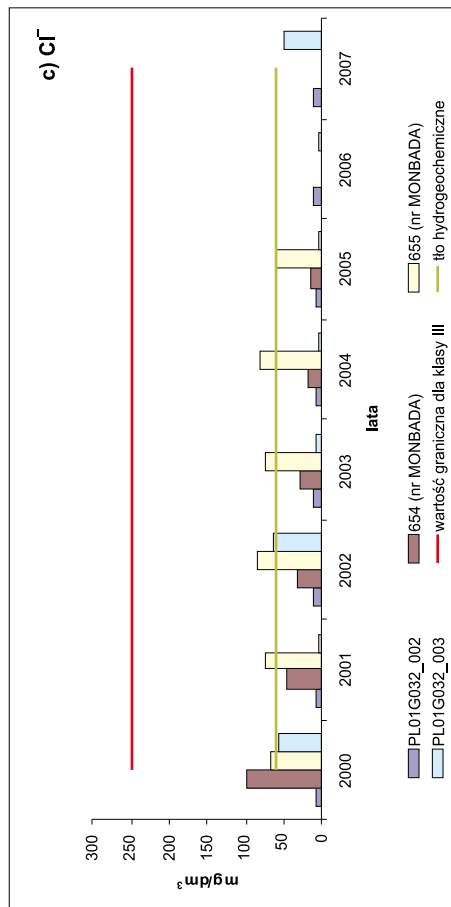
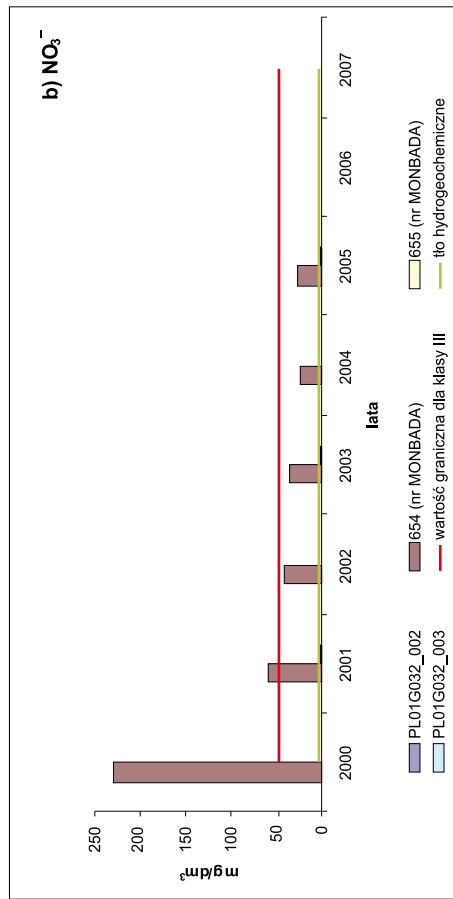
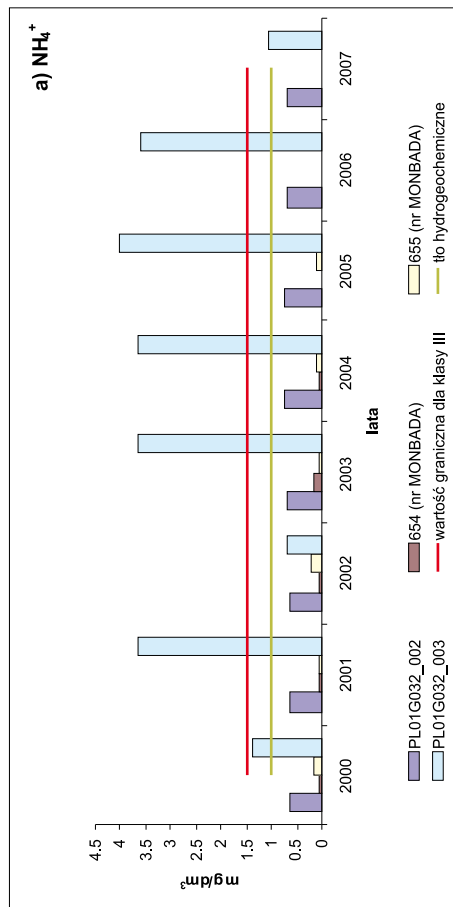


**Rys. 24. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 26, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**  
 a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatoryjne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )

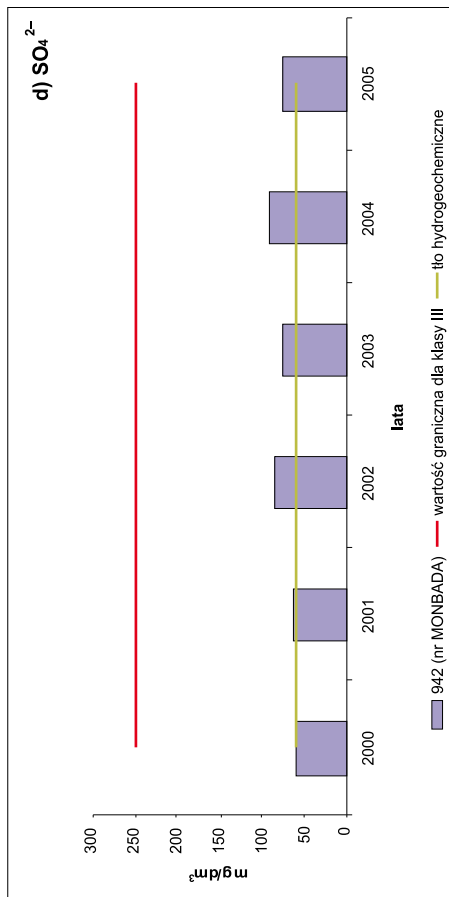
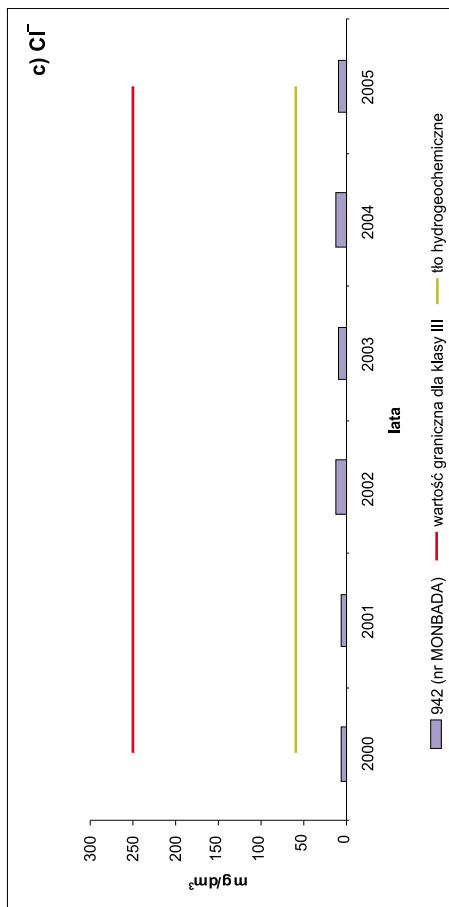
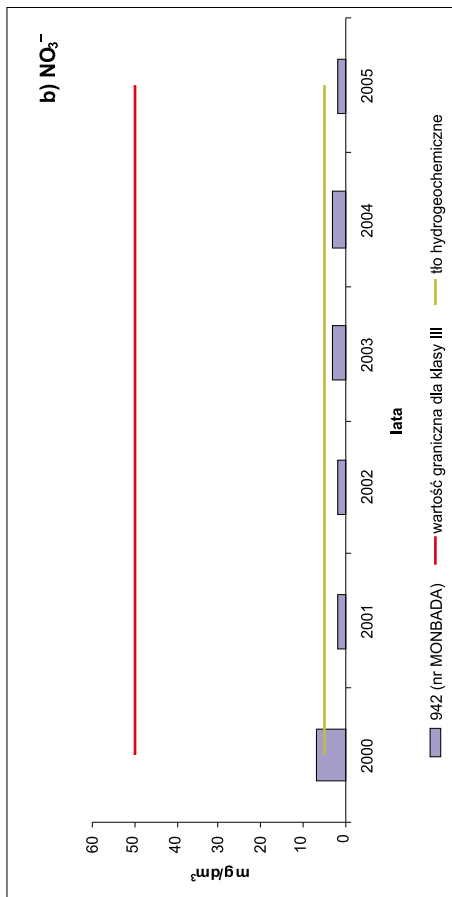
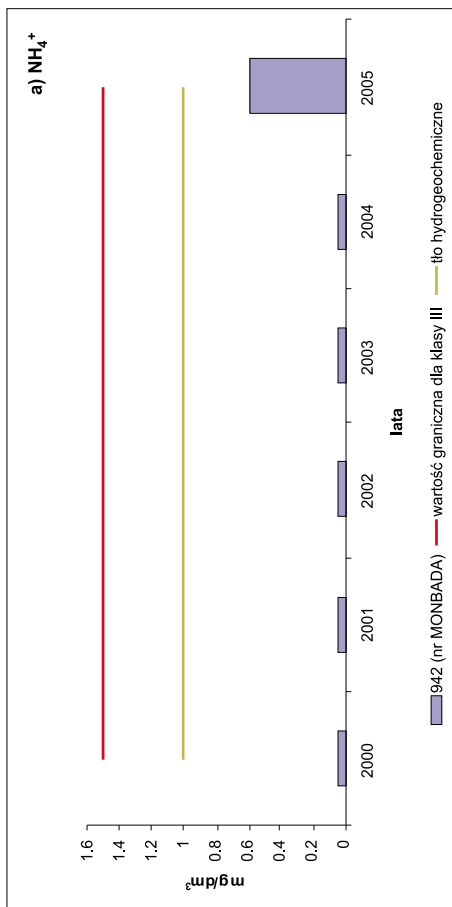


**Rys. 25. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 30, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**

a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatoryjne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )

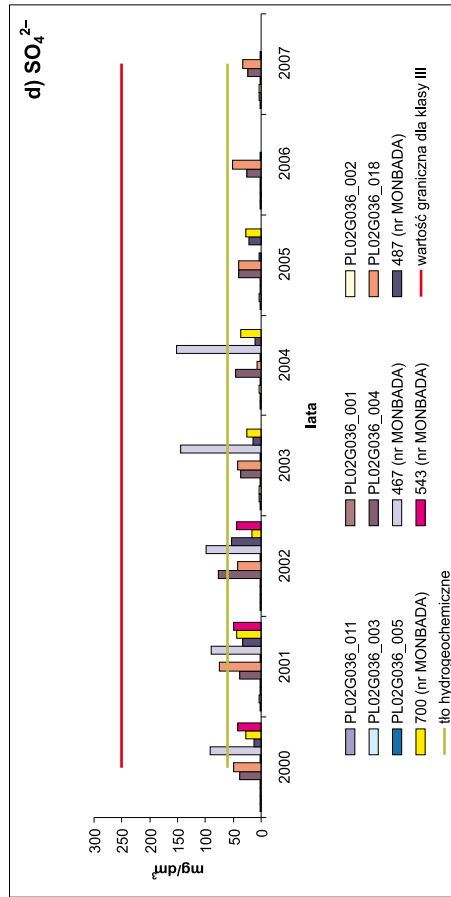
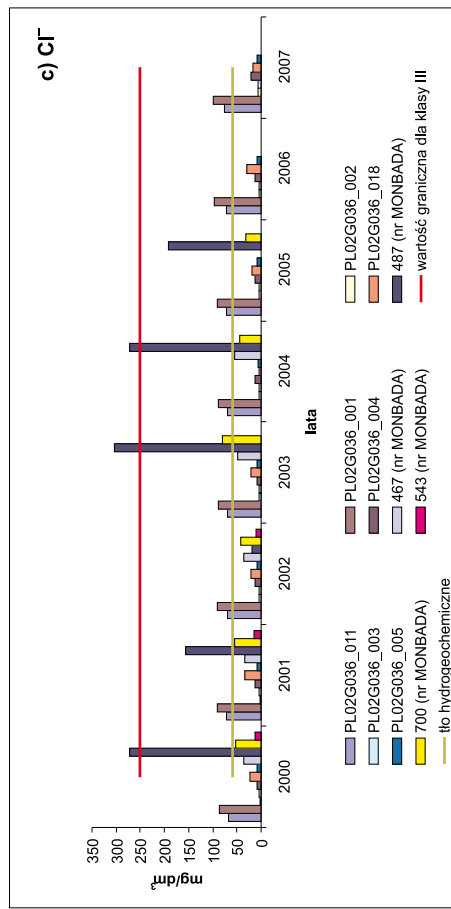
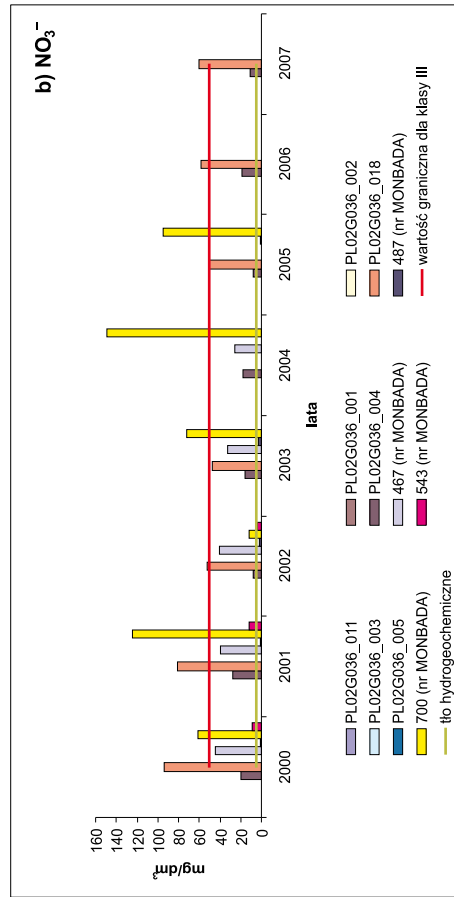
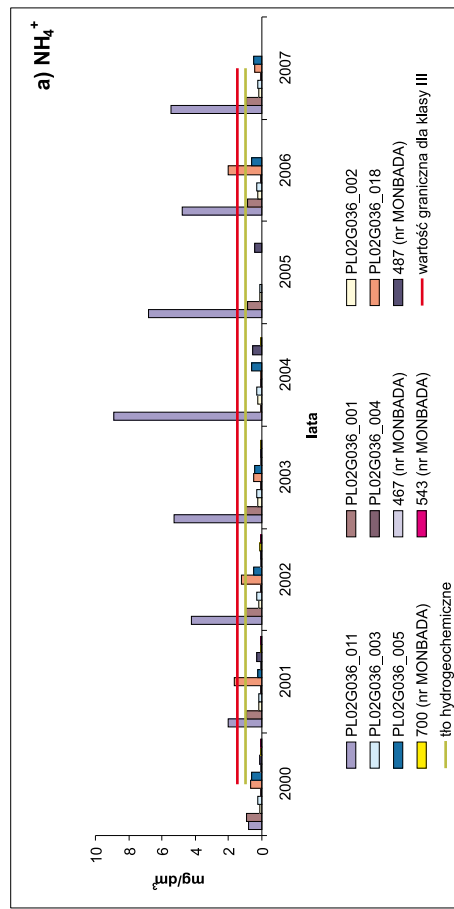


**Rys. 26. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 32, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**  
a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatoryjne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )

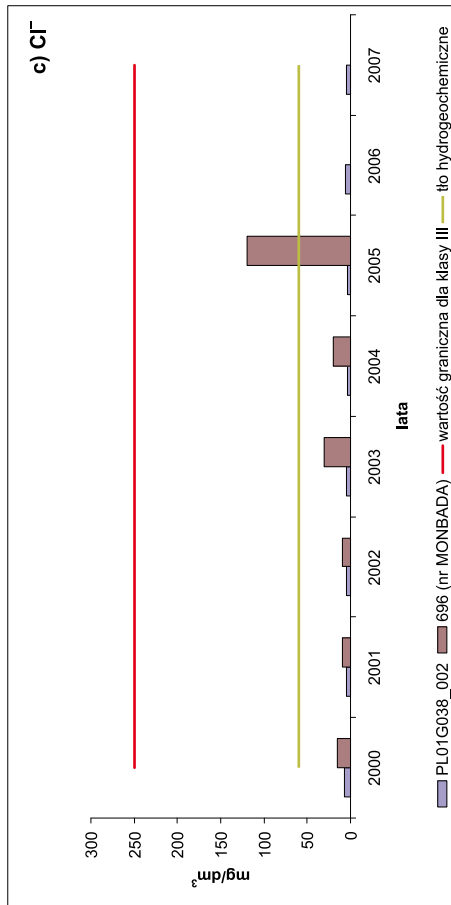
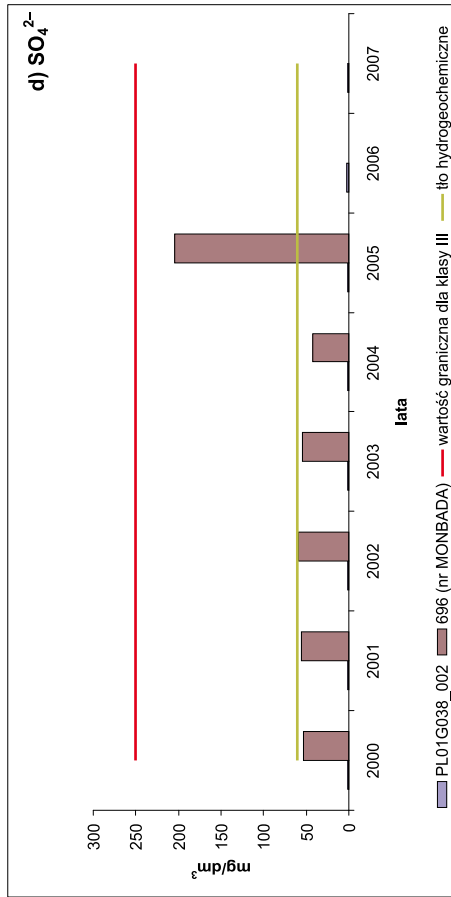
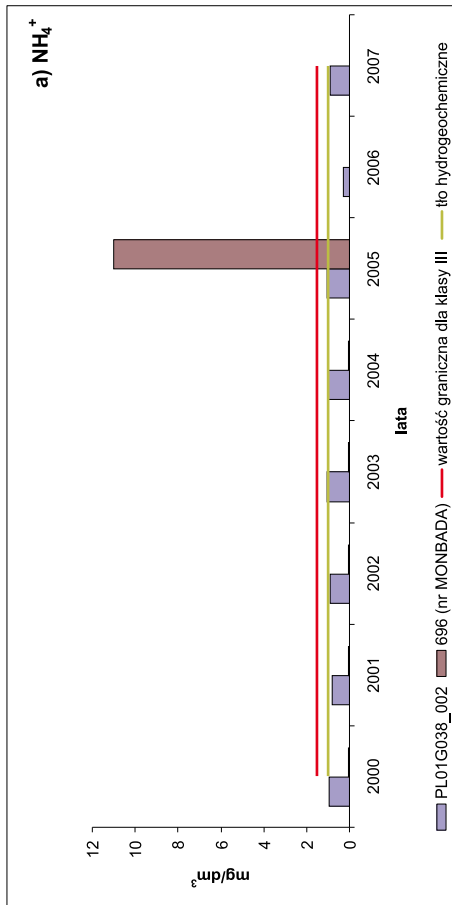
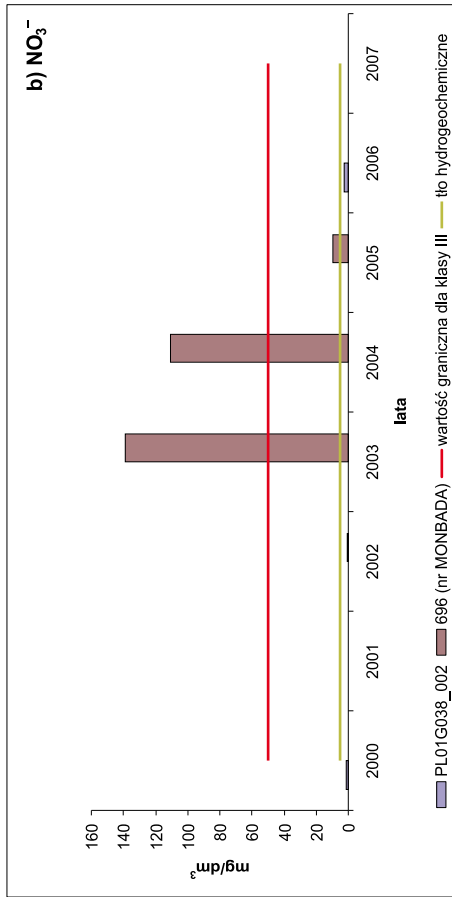


**Rys. 27. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPD 35, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**

a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatoryjne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )

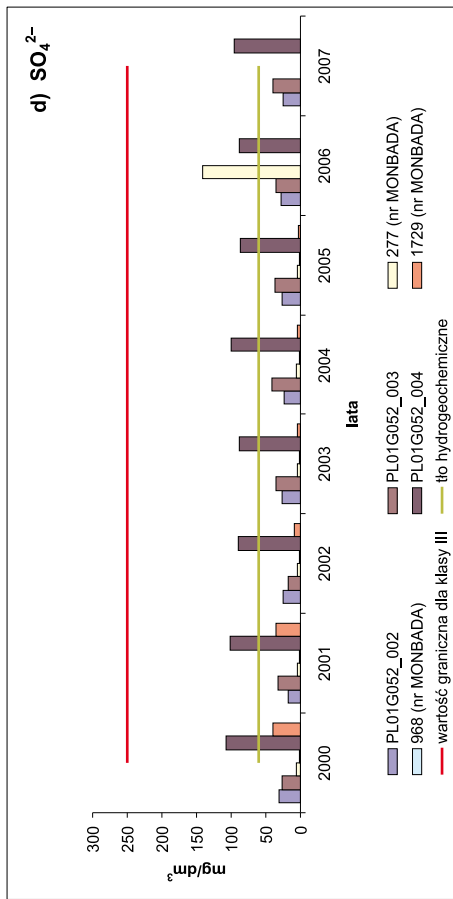
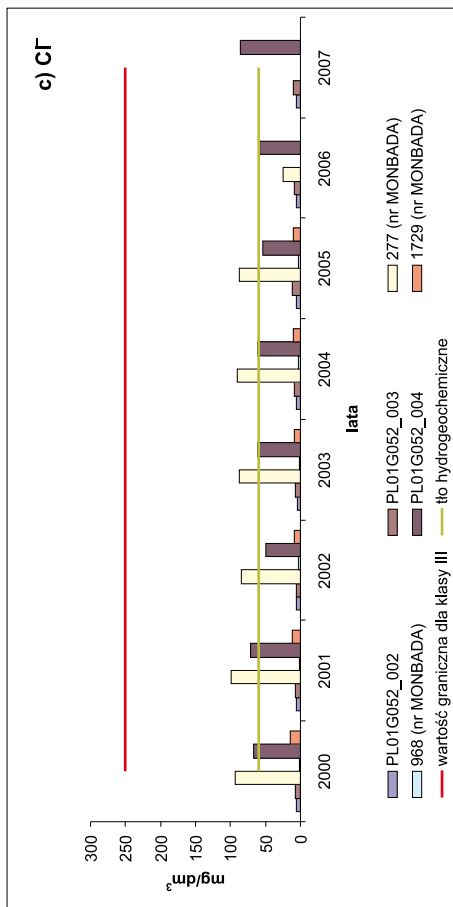
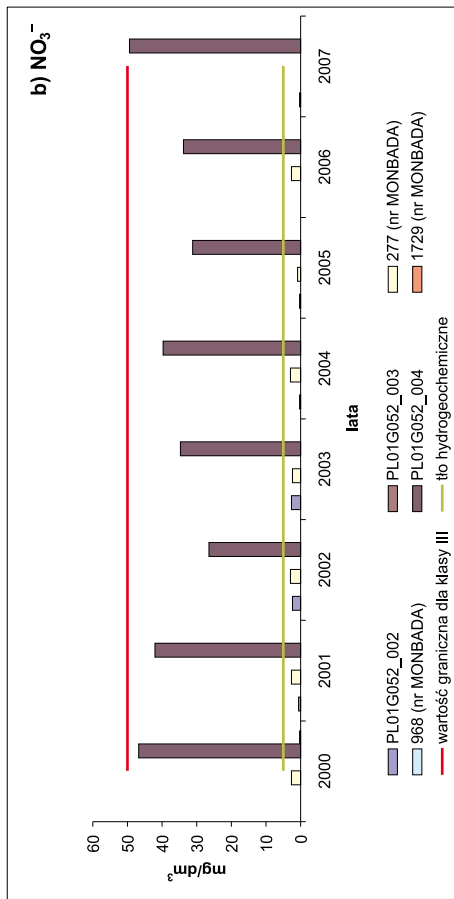
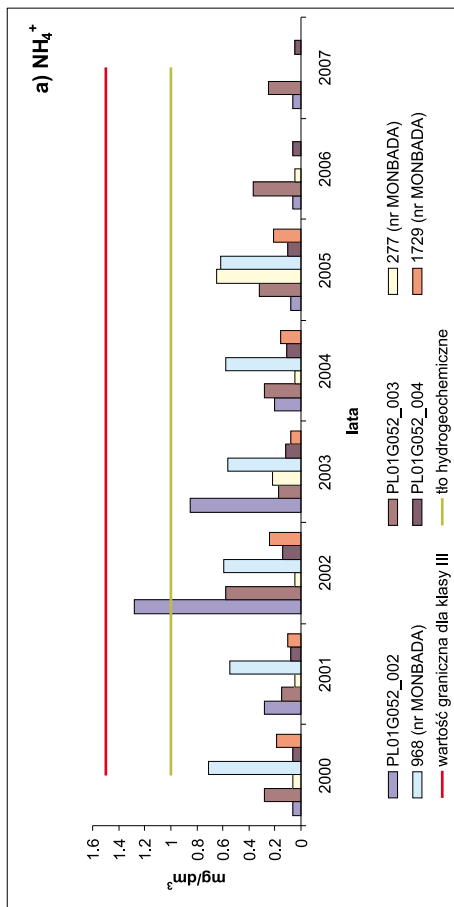


**Rys. 28. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPD 36, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**  
 a), b) – obligatoryjne (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>); c), d) – wskaźniki indykatoryjne (Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)



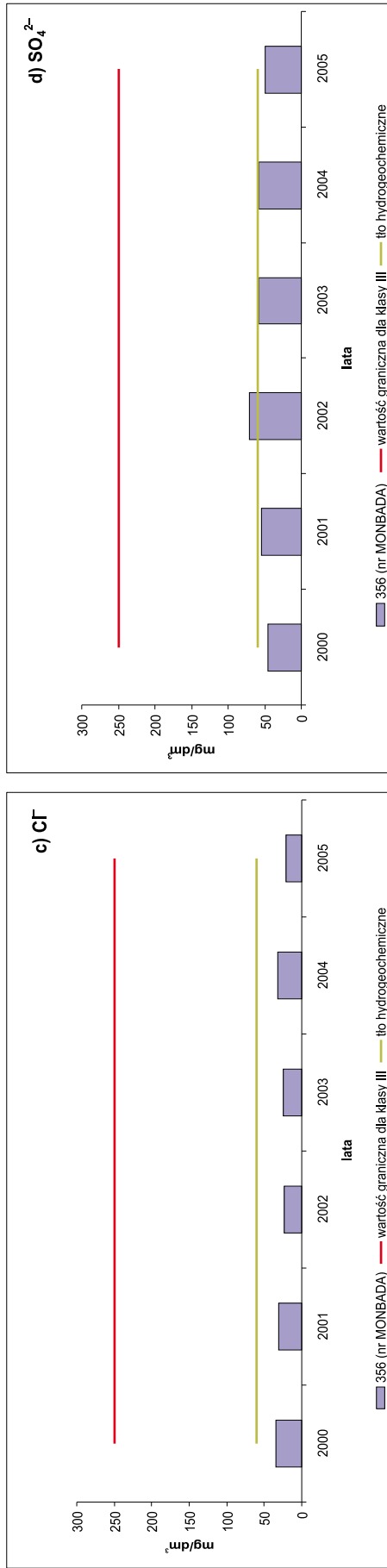
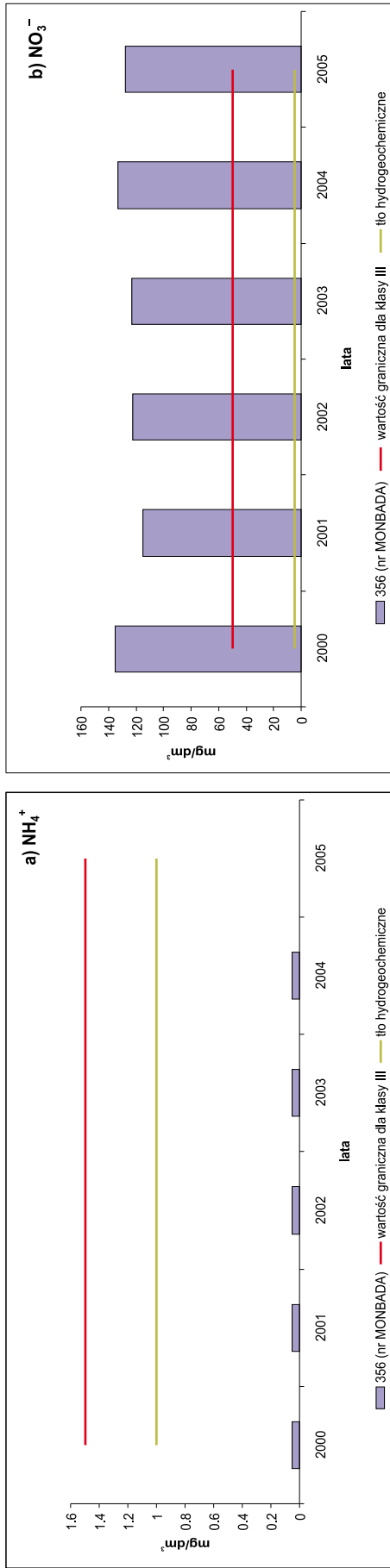
**Rys. 29. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 38, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**

a), b) – obligatoryjne (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>); c), d) – wskaźniki indykatoryjne (Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

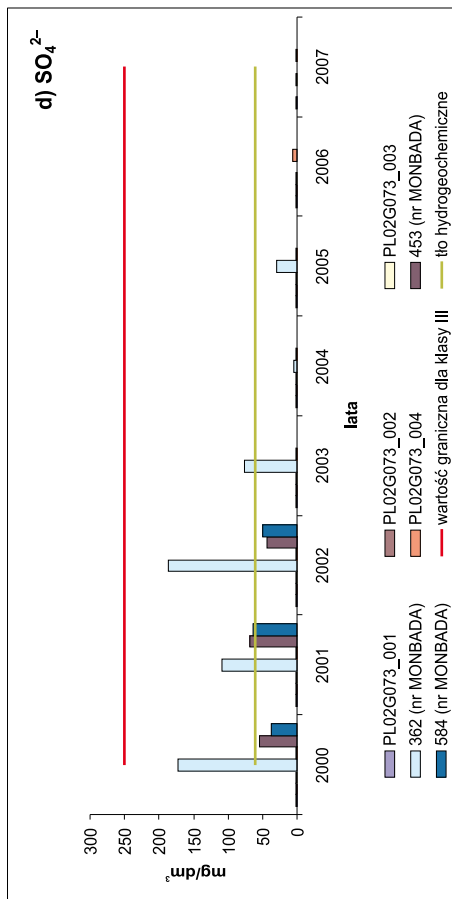
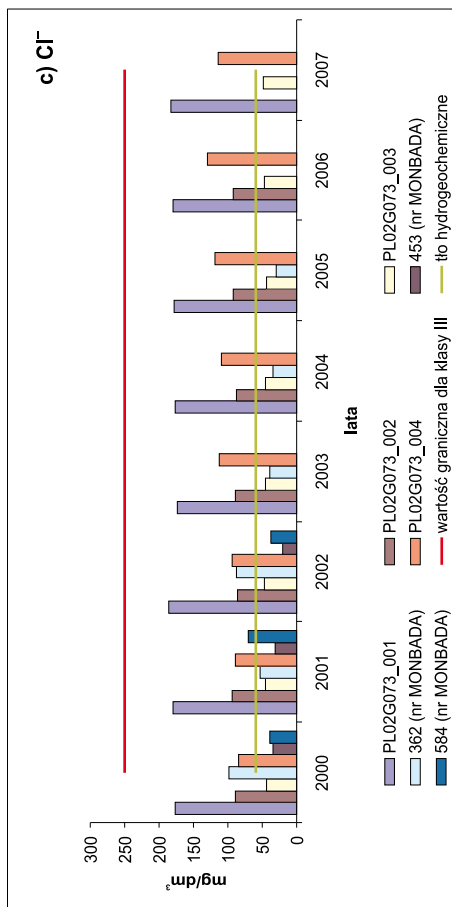
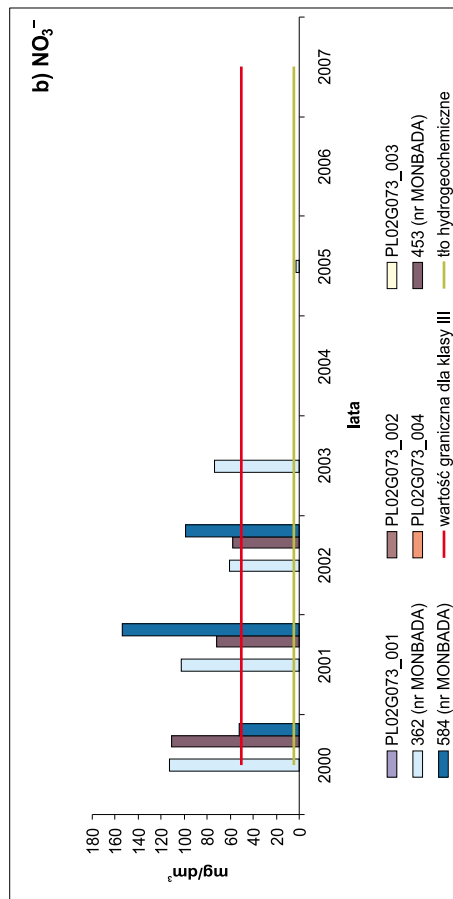
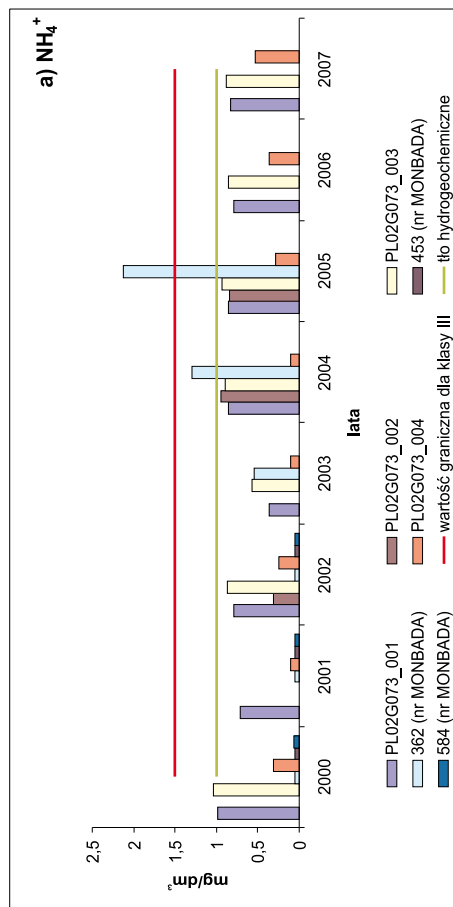


**Rys. 30. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 52, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**  
a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatoryjne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )

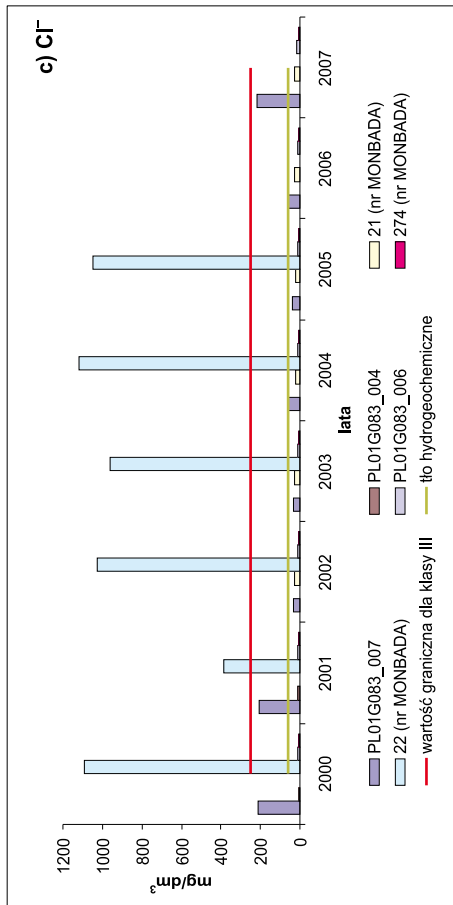
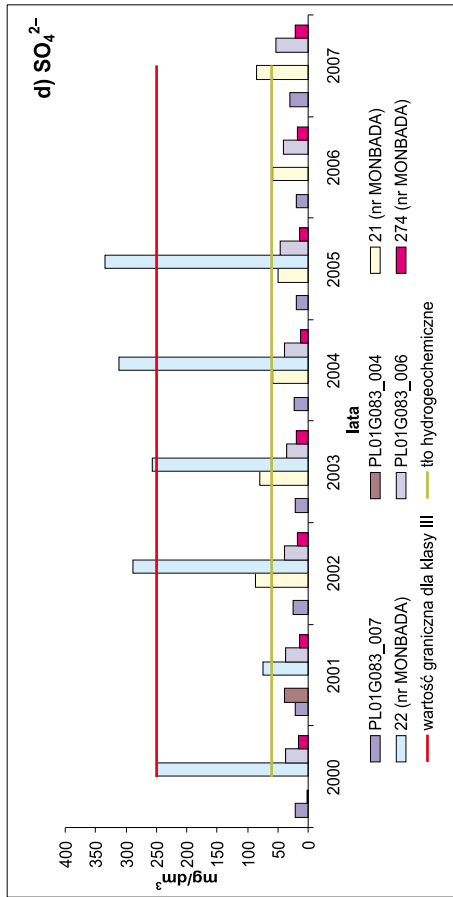
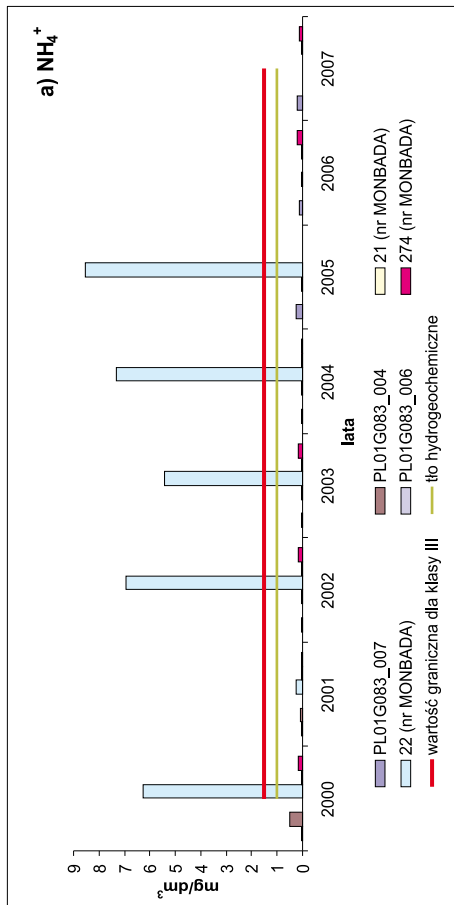
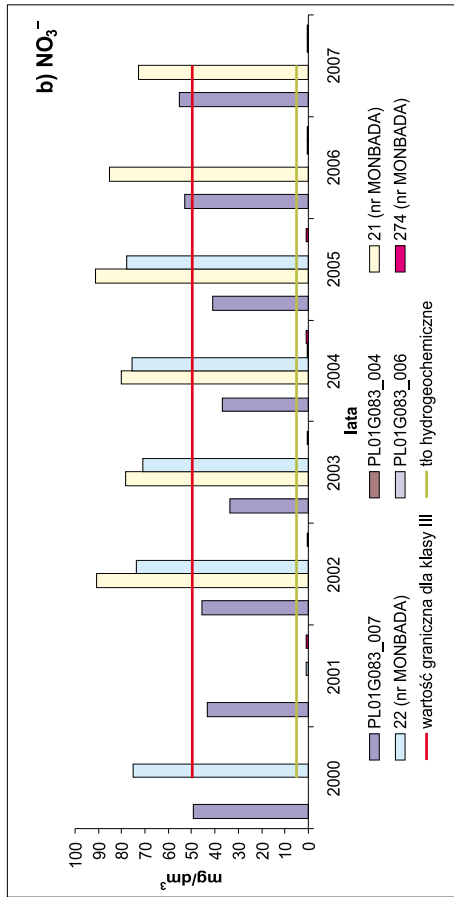




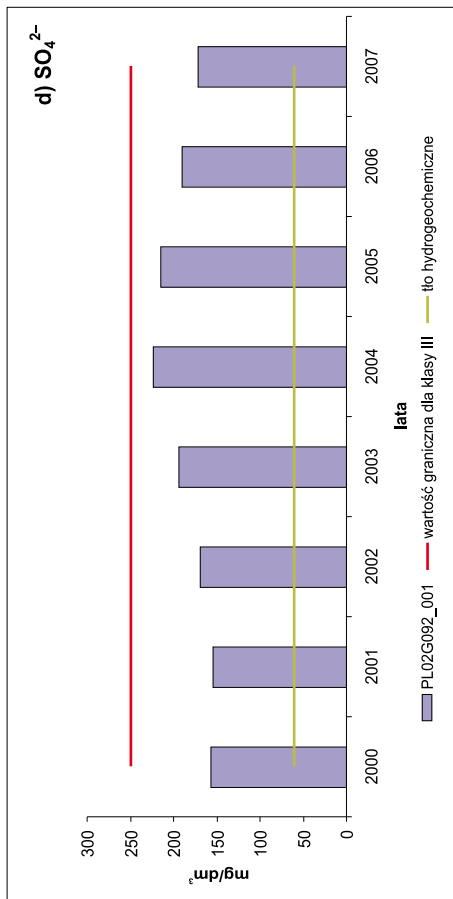
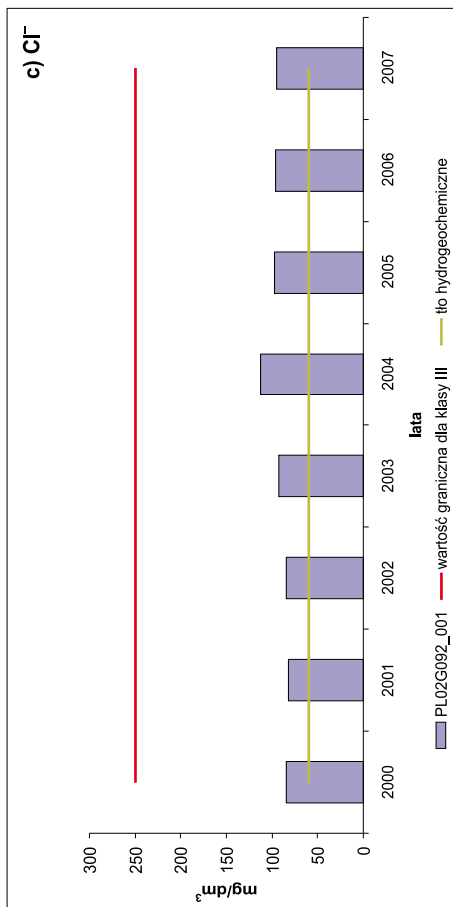
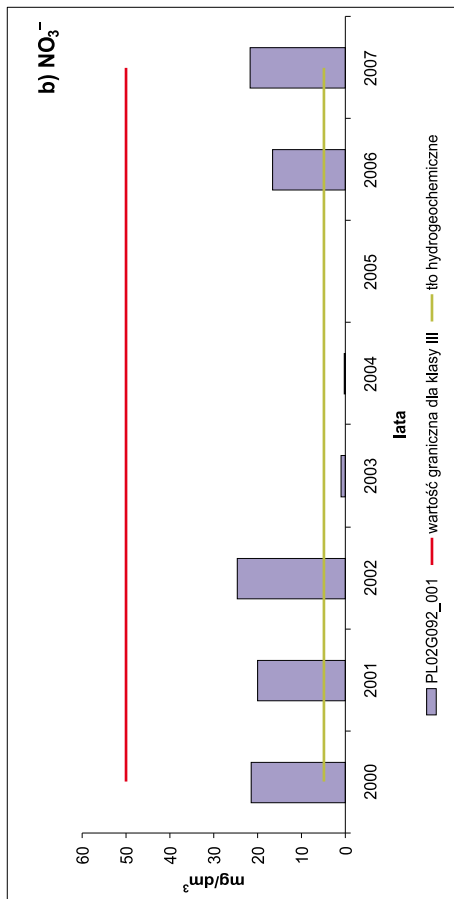
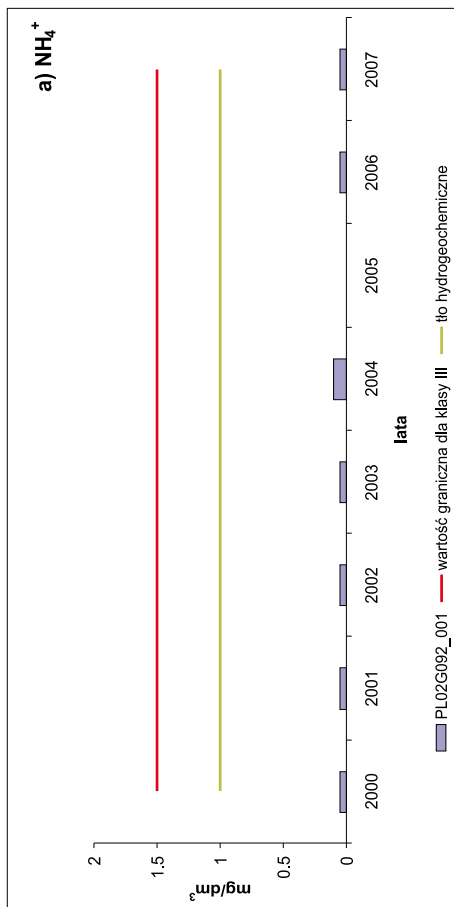
**Rys. 31. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPD 59, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**  
 a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatoryjne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )



**Rys. 32. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 73, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**  
a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatoryjne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )

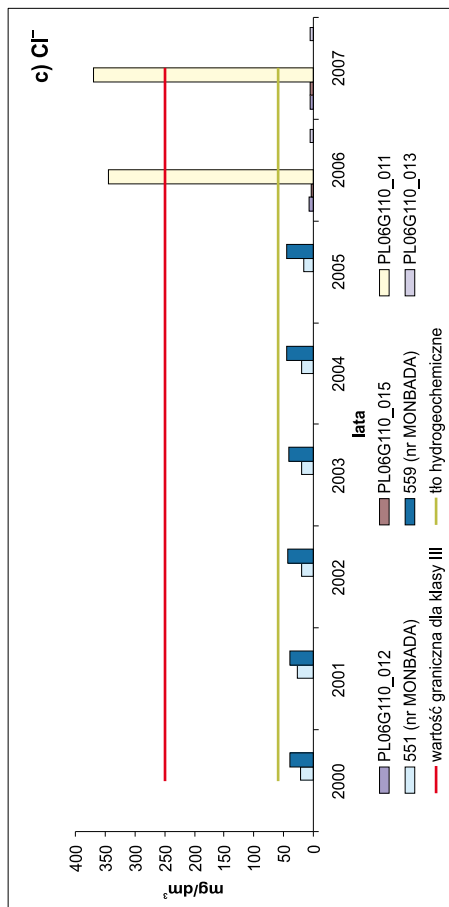
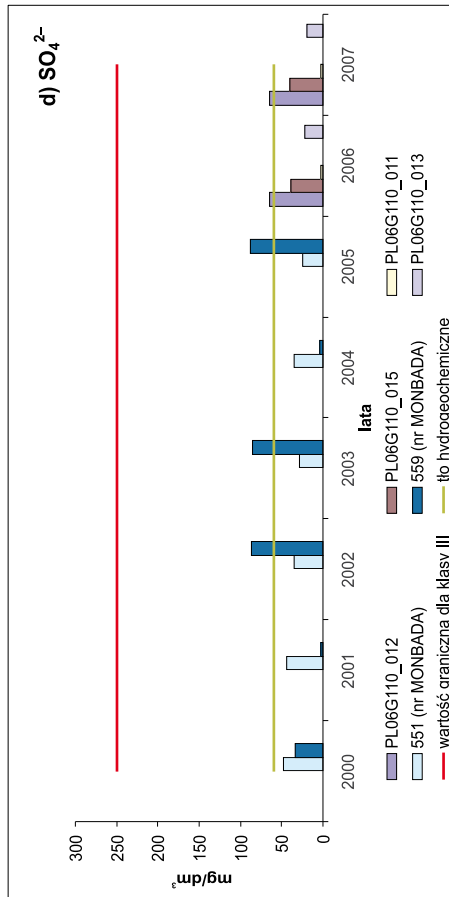
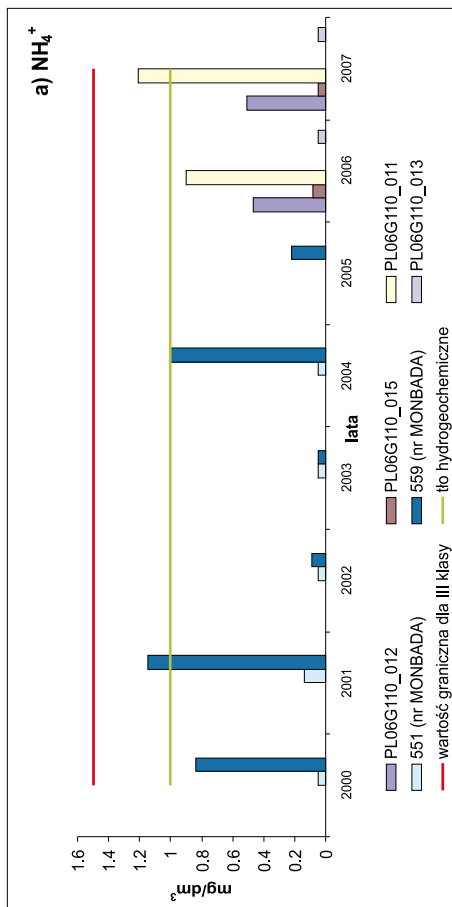
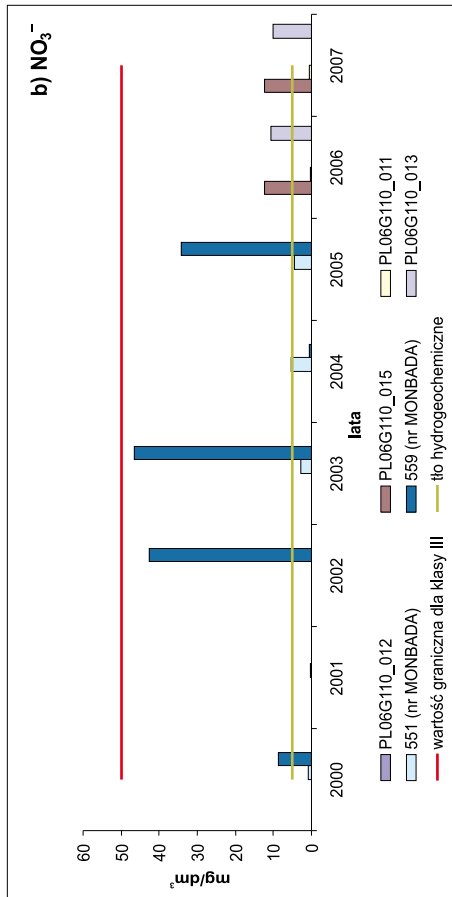


**Rys. 33. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 83, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**  
**a), b) – obligatoryjne (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>); c), d) – wskaźniki indykatoryjne (Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)**

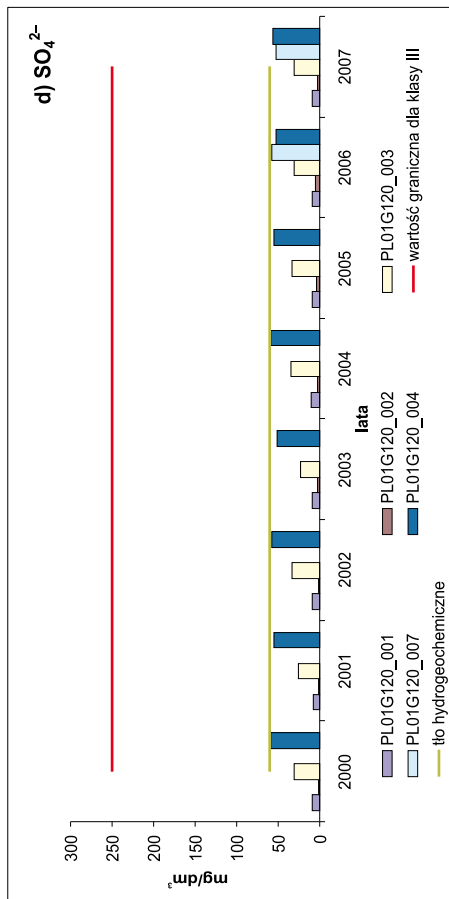
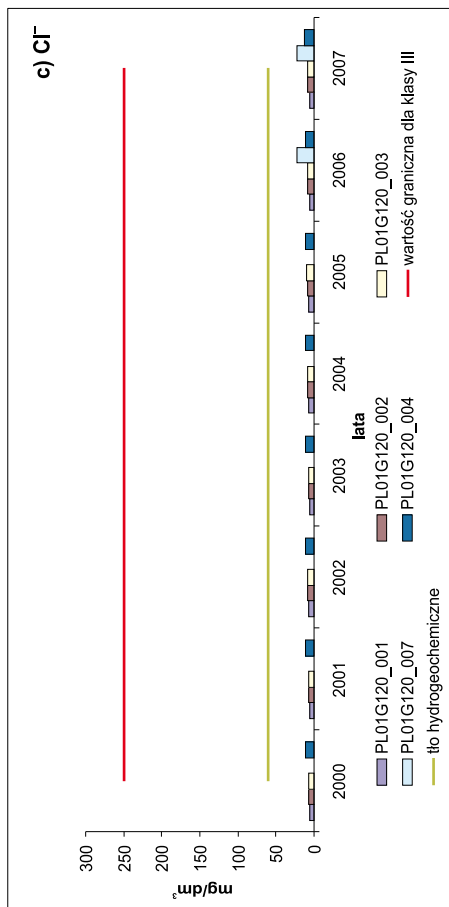
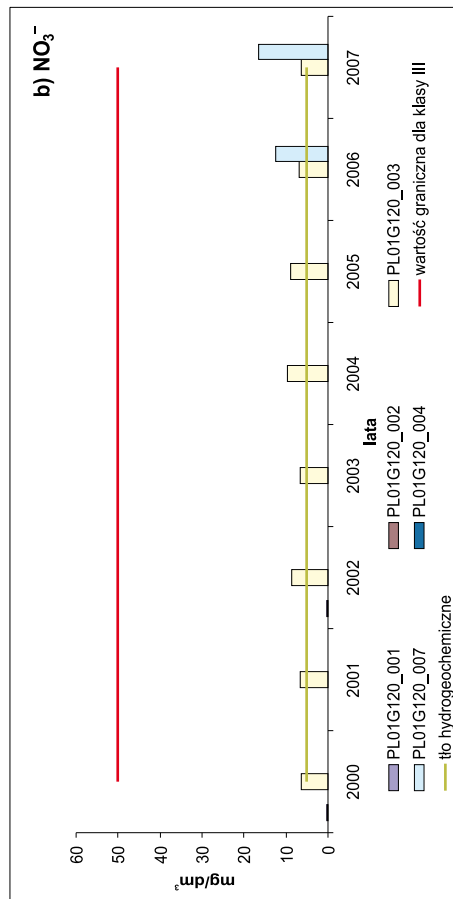
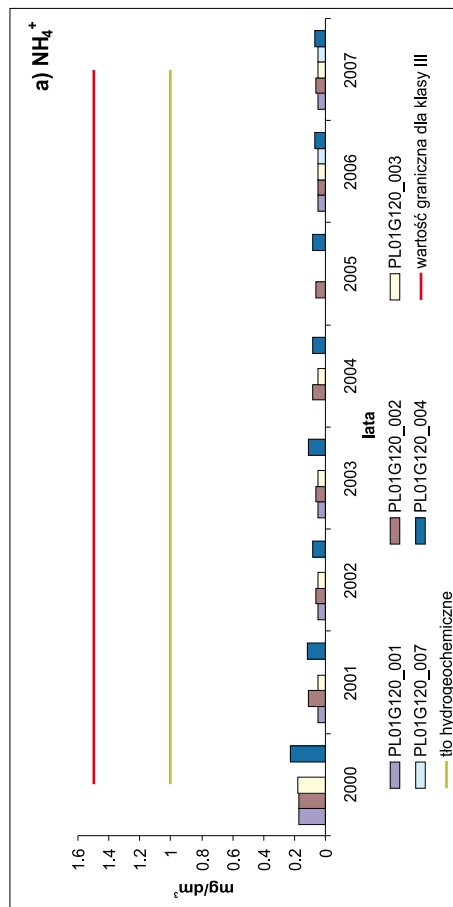


**Rys. 34. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 92, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**

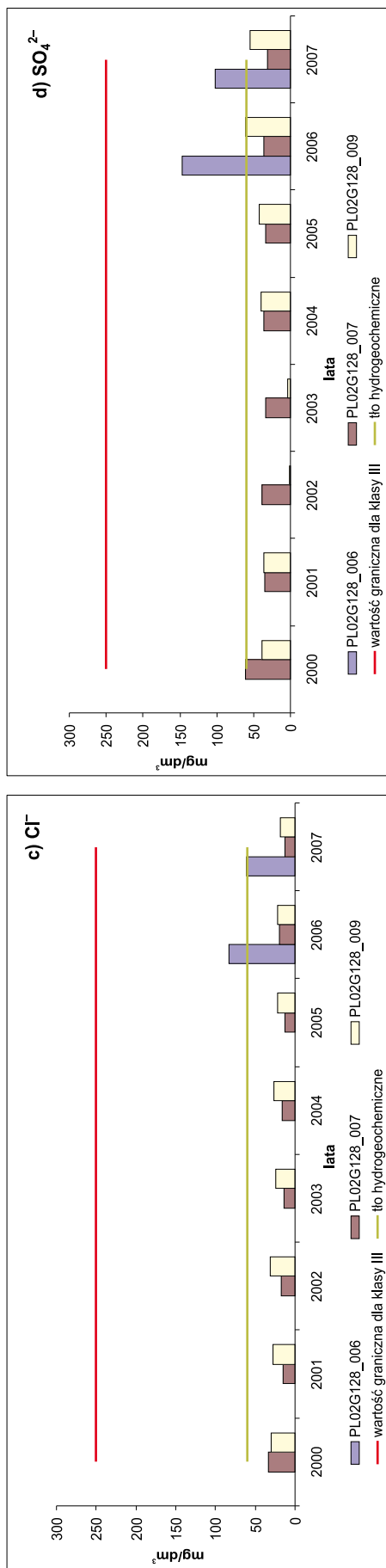
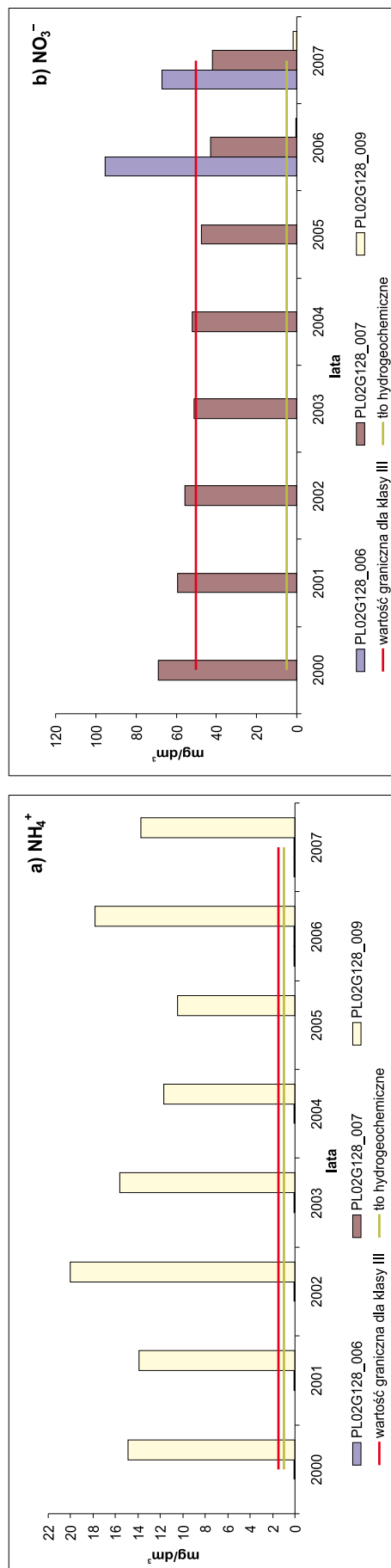
a), b) – obligatoryjne (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>); c), d) – wskaźniki indykatoryjne (Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)



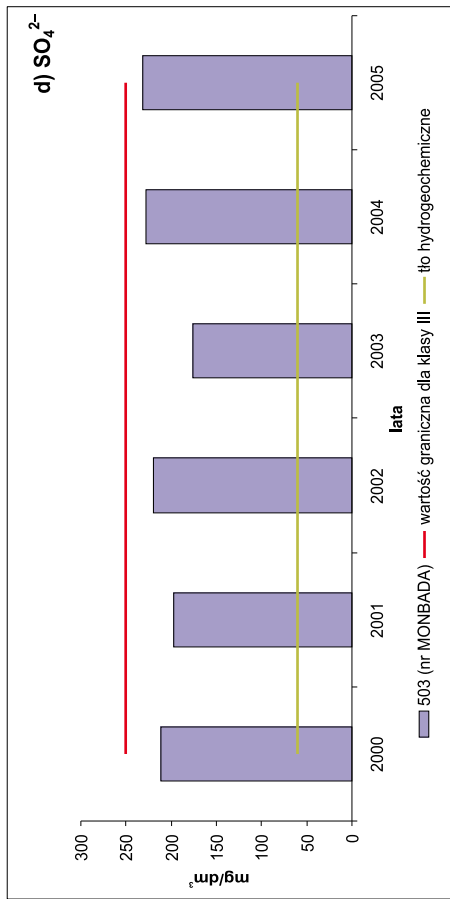
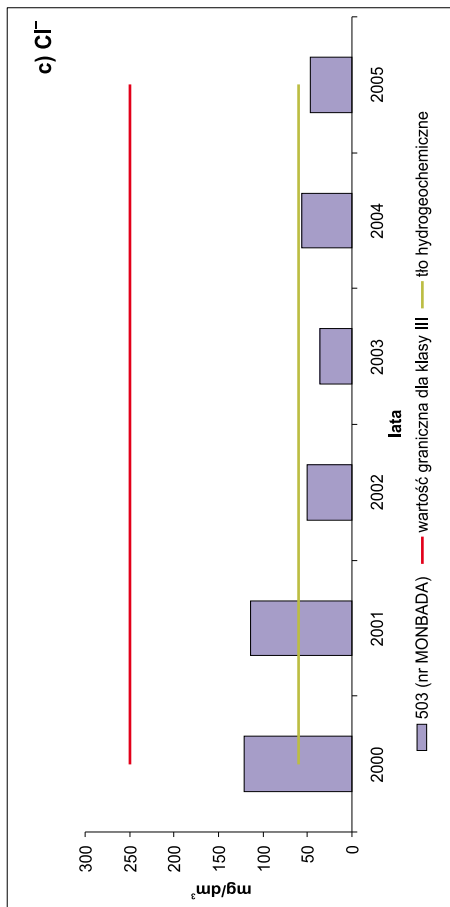
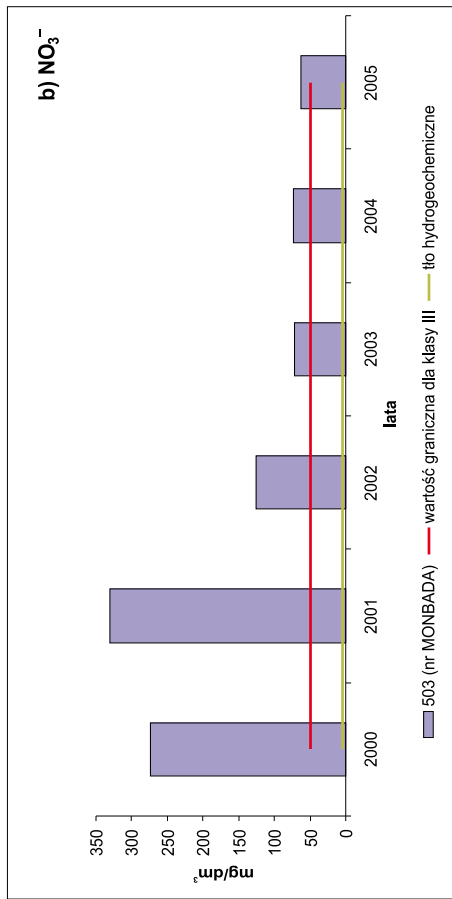
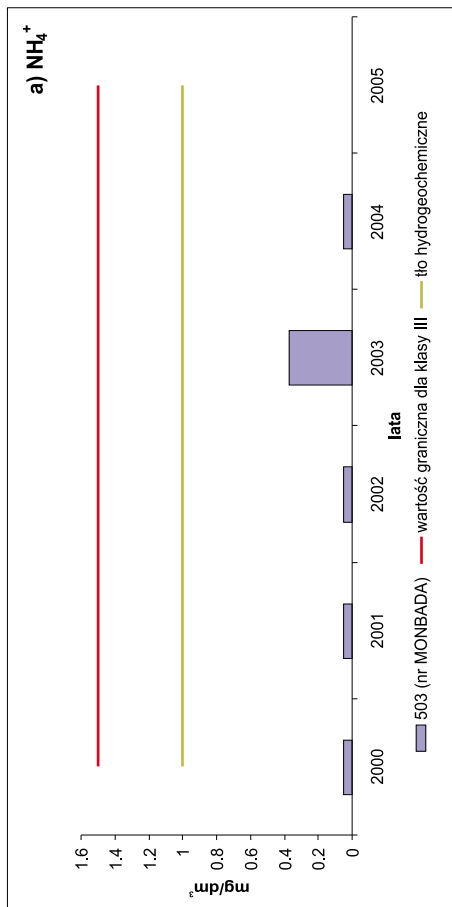
**Rys. 35. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPD 110, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**  
 a), b) – obligatoryjne (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>); c), d) – wskaźniki indykatoryjne (Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)



**Rys. 36. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 120, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**  
a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatoryjne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )

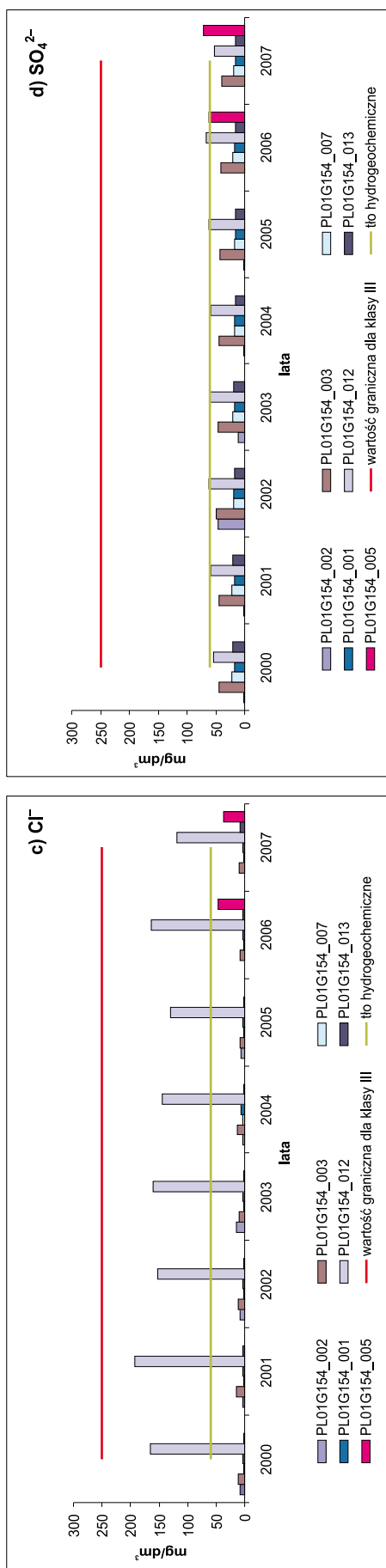
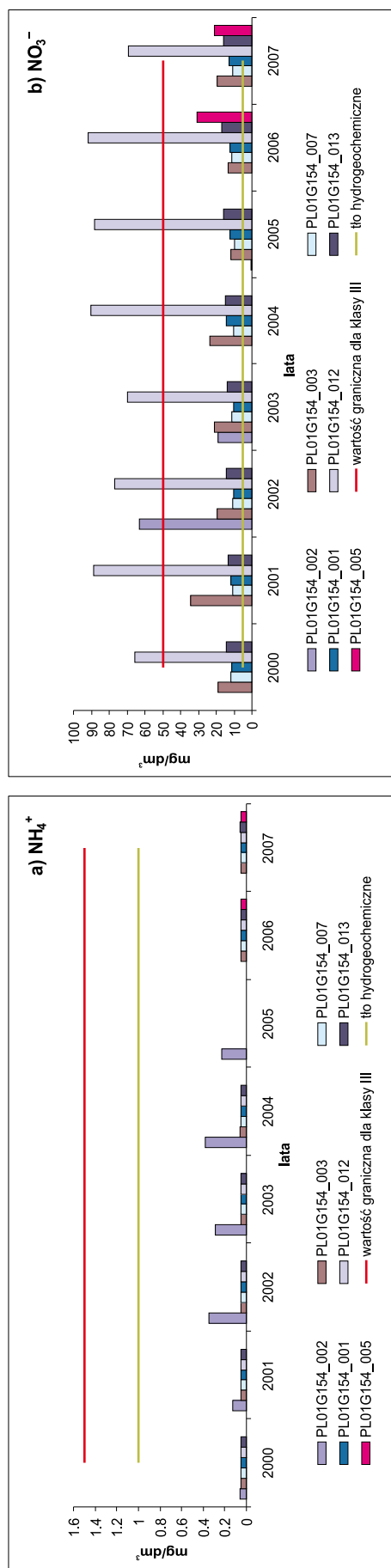


**Rys. 37. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 128, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**  
 a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatoryjne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )



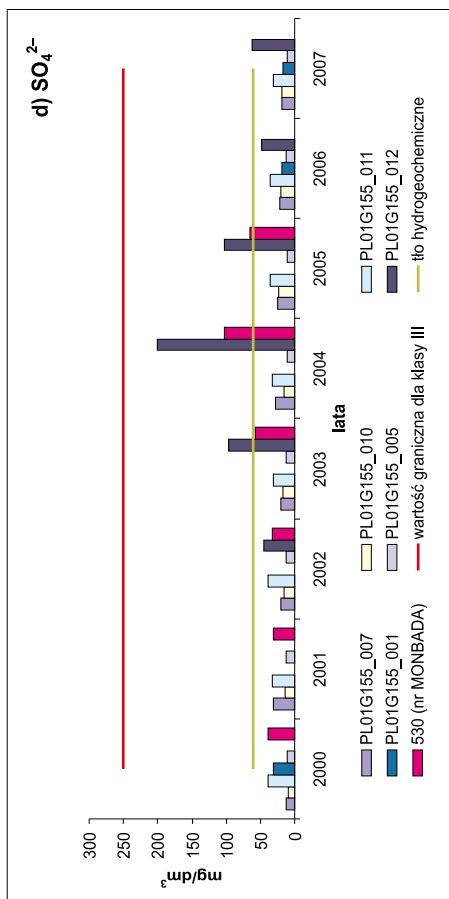
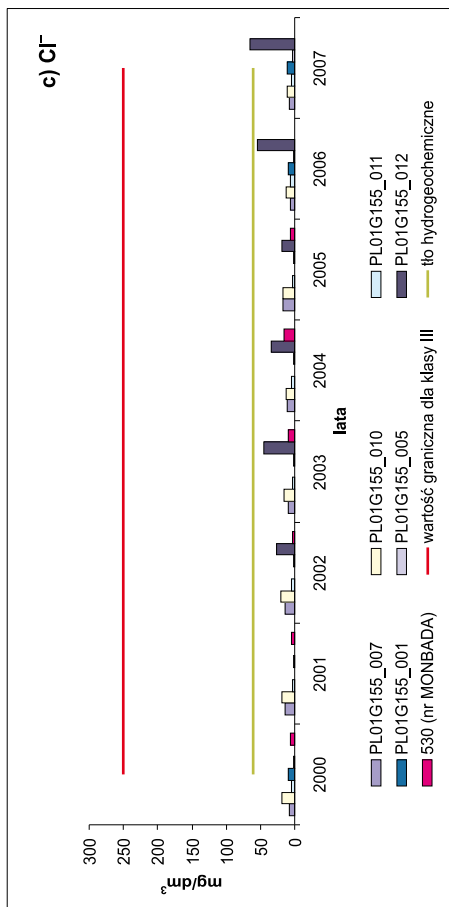
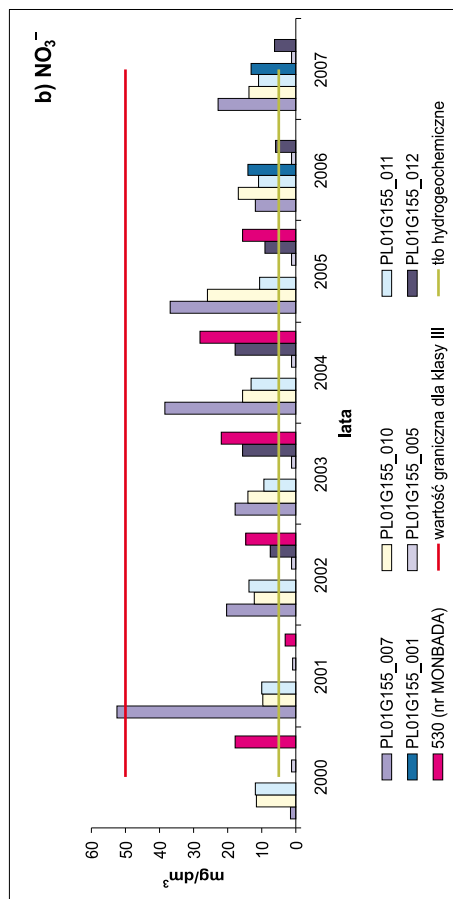
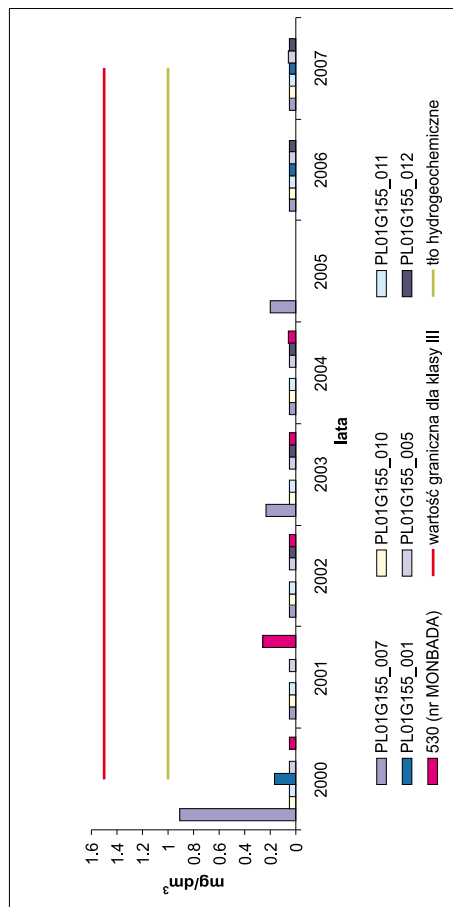
**Rys. 38. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 138, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**  
 a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatoryjne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )



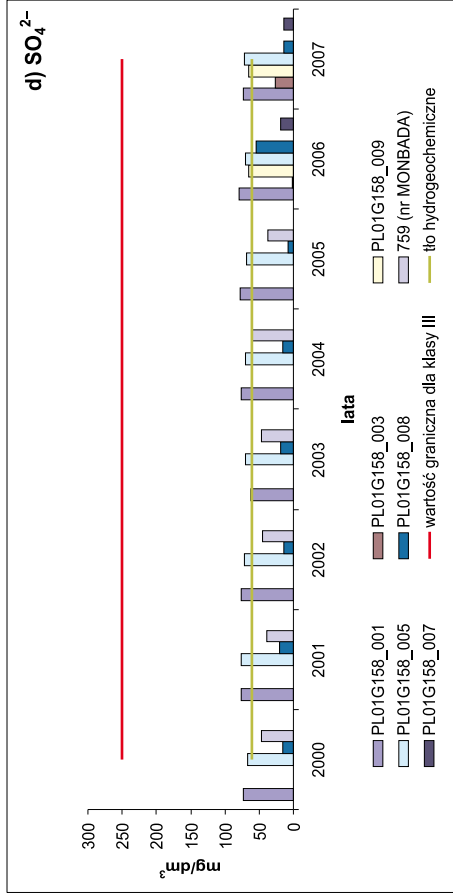
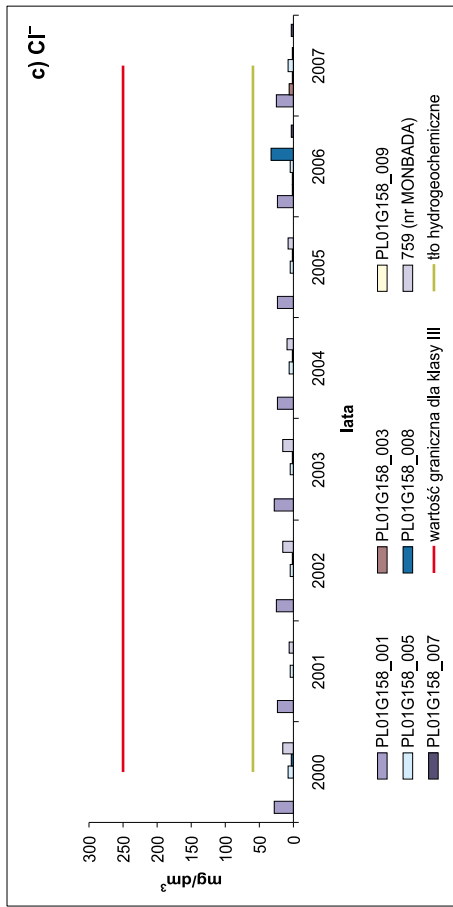
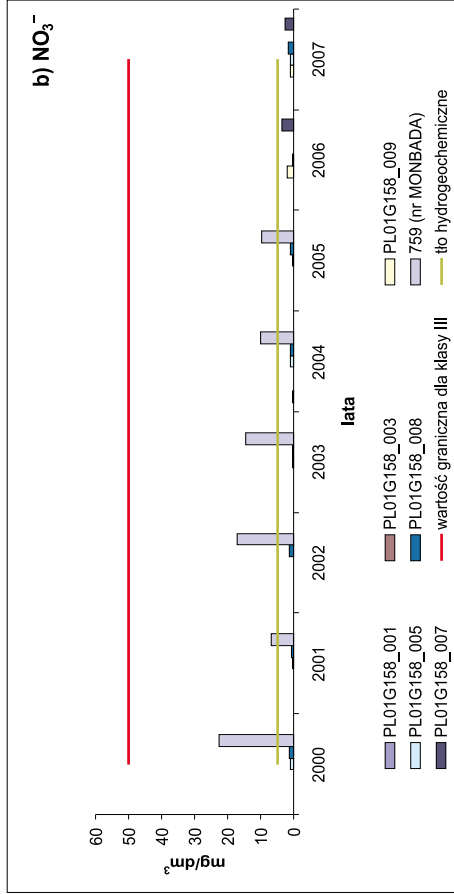
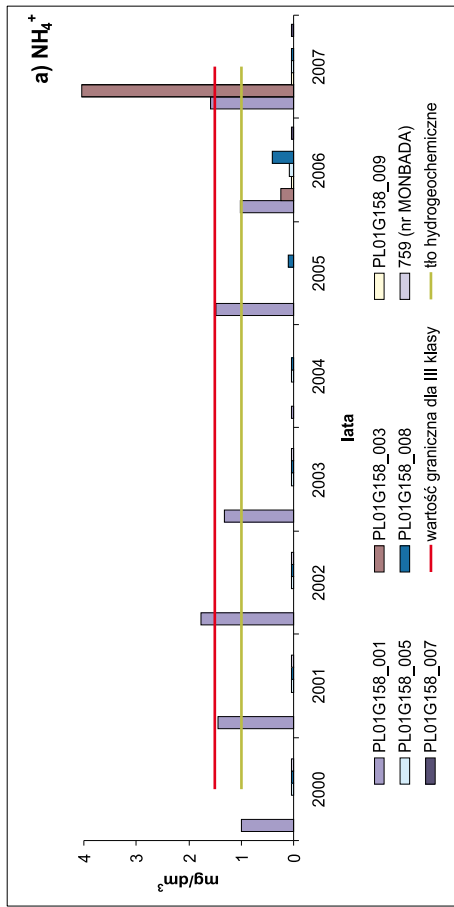


**Rys. 39. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 154, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**

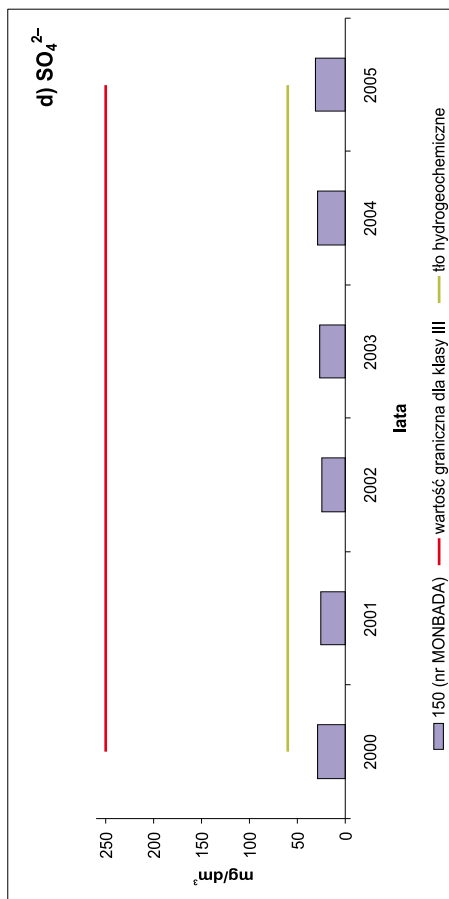
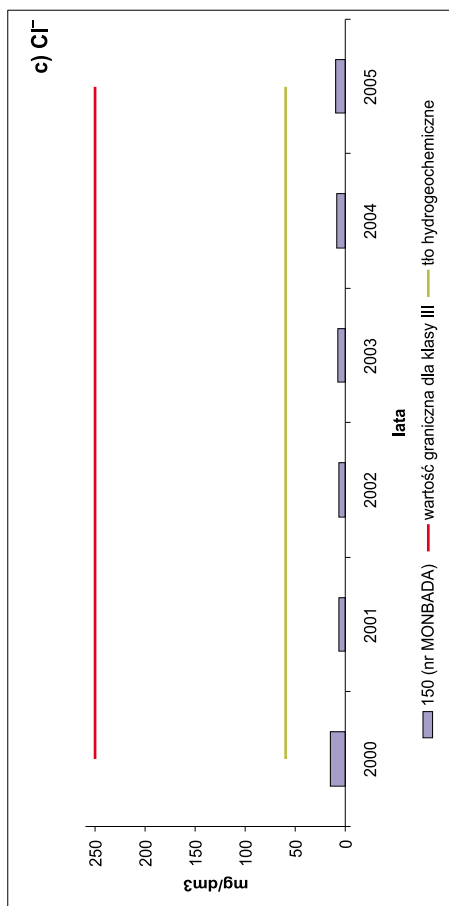
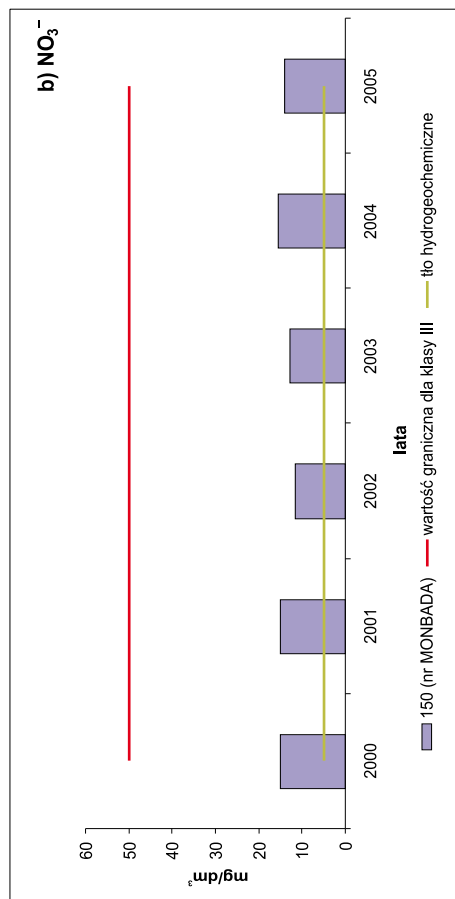
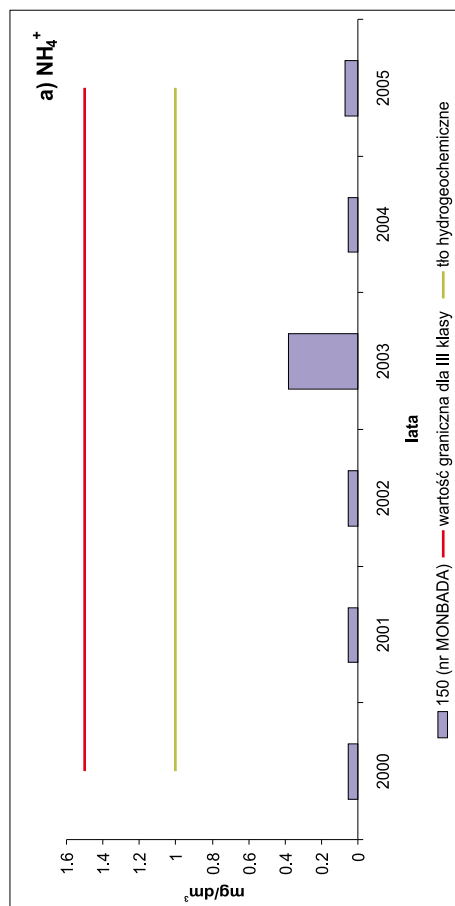
a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatoryjne (Cl<sup>-</sup>,  $\text{SO}_4^{2-}$ )



**Rys. 40. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPD 155, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**  
a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatoryjne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )



**Rys. 41. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPD 158, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**  
 a), b) – obligatoryjne (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>); c), d) – wskaźniki indykatoryjne (Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)



**Rys. 42. Zmiany stężenia wskaźników chemicznych wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji, na obszarze JCWPd 159, w okresie 2000–2007, wg danych z reprezentatywnych punktów monitoringu wód podziemnych:**  
 a), b) – obligatoryjne ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ); c), d) – wskaźniki indykatoryjne ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )

Wartości typowego tła chemicznego uwzględniono na podstawie zakresów dla poszczególnych wskaźników jakości wód podziemnych określonych dla obszaru kraju, które są zawarte w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z lipca '2008. Uwzględniono również wiedzę hydrogeologiczną płynącą z dotychczas osiągniętego rozpoznania warunków hydrogeologicznych (regionalne dokumentacje hydrogeologiczne i syntezy krajowe, uwzględniające hydrochemię wód podziemnych).

Wyniki analiz fizykochemicznych z wielolecia 2000–2007 z punktów monitoringowych z JCWPd, wykorzystano do przeprowadzenia analizy zmian stężenia wskaźników, wyselekcjonowanych na podstawie analizy presji. Analizowane, 23 obszary JCWPd od 2005 r. mają nadany status słabego lub zagrożonego. Na wykresach dla każdego ze wskaźników umieszczono wartość graniczną dla klasy III jakości wód podziemnych i wartość tła hydrogeochemicznego (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r., Dz. U. z dnia 6 sierpnia 2008 r., tabela 6).

**Tabela 6. Tło hydrogeochemiczne i wartości graniczne wód klasy III**

	<b>Tło hydrogeochemiczne</b> – górny zakres wartości stężeń charakterystycznych, [mg/dm <sup>3</sup> ]	<b>Wartość graniczna dla klasy III jakości wód podziemnych</b> [mg/dm <sup>3</sup> ]
<b>wskaźniki obligatoryjne</b>		
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1	1,5
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	5	50
<b>wskaźniki indykatorywne</b>		
Cl <sup>-</sup>	60	250
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	60	250

Na obszarze JCWPd nr 12 wskaźnikiem, którego stężenia wyraźnie przekraczają wartości graniczne dla klasy III i wartości tła hydrogeochemicznego jest NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, szczególnie w punkcie nr PL01G012\_002. Stężenia NH<sub>4</sub><sup>+</sup> w wieloleciu 2000–2007 przekraczają często 5 mg/dm<sup>3</sup>, jedynie w roku 2001 stężenie jest na tyle małe, że nie przekracza nawet tła hydrogeochemicznego. Stężenia kolejnego wskaźnika obligatoryjnego, jakim jest NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, w żadnym punkcie monitoringowym nie przekraczają wartości granicznych dla klasy III. Jedynie w punkcie PL01G012\_003 stężenia nieznacznie przekraczają wartość tła hydrogeochemicznego. W przypadku wskaźników indykatorywnych – Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> – w żadnym punkcie nie dochodzi do przekroczenia wartości granicznej dla klasy III i wartości tła hydrogeochemicznego (rys. 20).

Obszar JCWPd nr 14 reprezentowany jest przez punkt nr PL01G014\_002. Stężenia wskaźników obligatoryjnych i SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> nie przekraczają wartości granicznej dla klasy III i wartości tła hydrogeochemicznego. Jedynie stężenie Cl<sup>-</sup> jest wyższe niż wartość tła hydrogeochemicznego (rys. 21).

W żadnym punkcie monitoringowym reprezentującym JCWPd nr 16 stężenia wybranych wskaźników nie dochodzą do wartości granicznej dla klasy III. Jedynie w punkcie nr 678 (Kmiecin) stężenia azotanów i siarczanów wyraźnie przekraczają tło hydrogeochemiczne (rys. 22).

Punkt PL01G017\_002 reprezentuje JCWPd nr 17 i w analizowanym wieloleciu jedynie stężenia  $\text{NH}_4^+$  przekraczają wartości graniczne dla klasy III. Pozostałe wskaźniki nie przekraczają wartości tła hydrogeochemicznego (rys. 23).

Na obszarze JCWPd nr 26 tylko z punktu PL02G026\_001 jest informacja z okresu 2000–2007. Stężenia  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  i  $\text{Cl}^-$  utrzymują się lub przekraczają wartość tła hydrogeochemicznego. Jedynie stężenia  $\text{SO}_4^{2-}$  wyraźnie przekraczają wartość graniczną dla III klasy i mieszczą się w przedziale 596–835 mg/dm<sup>3</sup>. Stężenia odnotowane w drugim punkcie monitoringowym, pochodzą z okresu 2000–2002. Wartość graniczna dla III klasy przekroczona jest w przypadku  $\text{NO}_3^-$ , a także  $\text{Cl}^-$ , ale zawartość tego wskaźnika maleje (rys. 24).

JCWPd nr 30 reprezentowane jest przez 4 punkty monitoringowe. Tylko stężenia wskaźników obligatoryjnych przekraczają lub są bliskie wartości granicznych dla klasy III. Stężenia wskaźników indykatywnych tylko w kilku przypadkach przekraczają wartość tła hydrogeochemicznego (rys. 25).

Na obszarze JCWPd nr 32 w punkcie PL01G032\_002 na przestrzeni analizowanego wielolecia, stężenia wszystkich wskaźników nie przekraczają wartości tła hydrogeochemicznego. Wartości graniczne dla klasy III przekraczają stężenia wskaźników obligatoryjnych w punktach PL01G032\_003 i 654 Mikołajki Pomorskie. Stężenia wskaźników indykatywnych przekraczają wartość tła hydrogeochemicznego w punktach PL01G032\_003, 654 Mikołajki Pomorskie i 655 Susz (rys. 26).

Obszar JCWPd nr 35 reprezentowany jest przez punkt nr 942 Rudnica, a dane pochodzą z wielolecia 2000–2005. Stężenia żadnego ze wskaźników nie przekraczają wartości granicznej dla III klasy. Jedynie stężenia  $\text{SO}_4^{2-}$  od 2002 r. są nieznacznie wyższe niż wartość tła hydrogeochemicznego (rys. 27).

Jedenaście punktów monitoringowych wód podziemnych reprezentuje obszar JCWPd nr 36. Większość odnotowanych stężeń nie przekracza wartości granicznej III klasy. W przypadku  $\text{NH}_4^+$  wartość 1,5 mg/dm<sup>3</sup> znacznie przekroczona jest punkcie nr PL02G036\_011 i nieznacznie w punkcie PL02G036\_018. Stężenia azotanów przekraczają wartość 50 mg/dm<sup>3</sup> w punktach PL02G036\_018 i 700 Sypniewo. Wartość graniczna III klasy w przypadku chlorków przekroczona jest w punkcie nr 487 Chodzie . Żadne z odnotowanych stężeń  $\text{SO}_4^{2-}$  nie przekracza 250 mg/dm<sup>3</sup>, a najwyższa wartość to 98,3 mg/dm<sup>3</sup> w punkcie nr 467 Liszkowo (rys. 28).

Na obszarze JCWPd nr 38 wartość graniczna dla III klasy przekroczona jest w przypadku  $\text{NH}_4^+$  i  $\text{NO}_3^-$  w punkcie nr 696 Sierosław. Wartość tła przekroczona jest w tym samym punkcie przez wskaźniki indykatywne i nieznacznie w punkcie PL01G038\_002 przez  $\text{NH}_4^+$  (rys. 29).

Na obszarze JCWPd nr 52, żadne z odnotowanych stężeń wszystkich analizowanych wskaźników nie przekracza wartości granicznej dla III klasy. Na przestrzeni analizowanego wielolecia wartość tła hydrogeochemicznego przekroczona jest raz w przypadku  $\text{NH}_4^+$  (punkt PL01G052\_002), a w przypadku  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  i  $\text{SO}_4^{2-}$  wielokrotnie – na tym samym poziomie – w punktach PL01G052\_004 i 277 Klasyków 36 – Warszawa ( $\text{Tr}_{\text{OI}}$ ), (rys. 30).

Punkt nr 356 Łagów Lubuski reprezentuje JCWPd nr 59. Niepokojąco wyglądają wartości stężeń  $\text{NO}_3^-$ , które w analizowanym wieloleciu utrzymują się w granicach 115–135 mg/dm<sup>3</sup>. Stężenia pozostałych wskaźników nie przekraczają wartości tła hydrogeochemicznego – jedynie tylko raz w 2002 r. zanotowano stężenie  $\text{SO}_4^{2-}$  powyżej 50 mg/dm<sup>3</sup> (rys. 31).

Na obszarze JCWPd nr 73 wartość graniczna dla III klasy jest wyraźnie przekroczona w przypadku  $\text{NO}_3^-$  w okresie 2000–2003 w punktach nr: 362 Czerwona Wieś, 453 Borek i 584 Środa Wlkp. i nieznacznie w 2005 r. przypadku  $\text{NH}_4^+$  w punkcie nr 362. Podobnie sytuacja wygląda, w wymienionych punktach, ze stężeniami jonu  $\text{SO}_4^{2-}$ , które przekraczają wartość tła hydrogeochemicznego. Na przestrzeni analizowanego wielolecia wszystkie zanotowane stężenia  $\text{Cl}^-$  w punktach: PL02G073\_001, PL02G073\_002, PL02G073\_004 i nr 362 Czerwona Wieś przekraczają wartość tła hydrogeochemicznego, ale utrzymują się na podobnym poziomie (rys. 32).

Prawie wszystkie odnotowane stężenia wskaźników w punkcie nr 22 Wodynie, leżącym na obszarze JCWPd nr 83, przekraczają wartość graniczną dla klasy III. Stężenia te są bardzo wysokie i utrzymują się na tym samym poziomie, tylko w 2001 r. widać wyraźny spadek zawartości analizowanych wskaźników. Niepokojąco wysokie są także stężenia  $\text{NO}_3^-$  i w punkcie nr 21 Jażwiny, a także w punkcie PL01G083\_007 stężenia azotanów są bliskie wartości 50 mg/dm<sup>3</sup>. W pozostałych punktach stężenia nie przekraczają wartości tła hydrogeochemicznego (rys. 33).

Na obszarze JCWPd nr 92 w punkcie PL02G092\_001, stężenia  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  i  $\text{SO}_4^{2-}$  przekraczają wartość tła hydrogeochemicznego, ale utrzymują się na podobnych poziomach. Najwyższe odnotowane stężenie  $\text{NH}_4^+$  to 0,1 mg/dm<sup>3</sup> (rys. 34).

Wartość graniczna stężenia  $\text{Cl}^-$  dla klasy III, na obszarze JCWPd nr 110, przekroczona jest w punkcie nr PL06G110\_011 (wyniki tylko z 2006 i 2007 r.). W punkcie nr 559 Bystrzyca Kłodzka kilkakrotnie przekroczone są wartości tła hydrogeochemicznego przez jony  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  i  $\text{SO}_4^{2-}$ . W punktach PL06G110\_012 i PL06G110\_015 (wyniki tylko z 2006 i 2007 r.) wartości stężenia jonów  $\text{NO}_3^-$  i  $\text{SO}_4^{2-}$  przekraczają wartości graniczne (rys. 35).

Obszar JCWPd nr 120 reprezentowany jest przez 5 punktów monitoringowych. Tylko stężenia  $\text{NO}_3^-$  w punktach PL01G120\_003 i PL01G120\_007 przekraczają wartość tła hydrogeochemicznego, a stężenia  $\text{SO}_4^{2-}$  w punktach PL01G120\_004 i PL01G120\_007 są bliskie wartości 60 mg/dm<sup>3</sup> (rys. 36).

Niepokojąco wysokie stężenia  $\text{NH}_4^+$  (10,5–20,0 mg/dm<sup>3</sup>) na obszarze JCWPd nr 128, utrzymują się w punkcie nr PL02G128\_009. Stężenia  $\text{NO}_3^-$  przekraczają wartość graniczną dla III klasy w punktach PL02G128\_006 (dane tylko z 2006 i 2007 r.) i PL02G128\_007. Jedynie w punkcie PL02G128\_006 zawartości wskaźników indykatorywnych przekraczają wartość 60 mg/dm<sup>3</sup> (rys. 37).

Na obszarze JCWPd nr 138 stężenia azotanów i siarczanów pochodzą z okresu 2000–2005, z punktu nr 503 Kazimierza Mała. Jedynie stężenia  $\text{NO}_3^-$  przekraczają wartość graniczną dla III klasy, ale sukcesywnie maleją. Stężenia wskaźników indykatorywnych są wyższe od wartości tła hydrogeochemicznego, a w przypadku  $\text{SO}_4^{2-}$  są bliskie wartości 250 mg/dm<sup>3</sup> (176–231 mg/dm<sup>3</sup>), (rys. 38).

JCWPd nr 154 to kolejny, dość licznie – 7 punktów monitoringu wód podziemnych – reprezentowany obszar. Jedynie stężenia  $\text{NO}_3^-$ , w punkcie PL01G154\_012 znacznie przekraczają wartość graniczną dla III klasy. W tym samym punkcie wszystkie odnotowane stężenia  $\text{Cl}^-$  przekraczają o blisko 100 mg/dm<sup>3</sup> wartość tła hydrogeochemicznego. Stężenia

$\text{NH}_4^+$  i  $\text{SO}_4^{2-}$  nie przekraczają wartości tła hydrogeochemicznego, jedynie w przypadku  $\text{SO}_4^{2-}$  w kilku punktach monitoringowych są bliskie wartości 60 mg/dm<sup>3</sup> (rys. 39).

Stężenia jonów wskaźnikowych w żadnym punkcie monitoringowym, reprezentującym obszar JCWPd nr 155, nie są wyższe niż wartości graniczne dla klasy III. Powyżej wartości granicznej zarejestrowano jedynie raz stężenie  $\text{NO}_3^-$  w 2001 r., w punkcie PL01G155\_007. Powyżej wartości tła zanotowano stężenia  $\text{SO}_4^{2-}$  w punktach PL01G155\_012 i nr 530 Szczawnica, a także stężenia  $\text{NO}_3^-$  we wszystkich punktach z wyjątkiem punktu nr PL01G155\_005 (rys. 40).

Na obszarze JCWPd nr 158 jedynie stężenia  $\text{NH}_4^+$  w punktach PL01G158\_001 i PL01G158\_003 przekraczają wartość graniczną dla klasy III. Wartość graniczną dla tła hydrogeochemicznego przekraczają stężenia  $\text{NO}_3^-$  w punkcie nr 759 Babica. Najwyższe odnotowane stężenie  $\text{Cl}^-$  wynosi 33,4 mg/dm<sup>3</sup> (punkt nr PL01G158\_003). Stężenia  $\text{SO}_4^{2-}$  w trzech punktach monitoringowych przekraczają wartość 60 mg/dm<sup>3</sup>, ale utrzymują się na tym samym poziomie (rys. 41).

Punkt nr 150 Ustrzyki Dolne znajduje się na obszarze JCWPd nr 159. Stężenia wskaźników indykatorywnych i  $\text{NH}_4^+$  nie przekraczają wartości tła hydrogeochemicznego. Jedynie stężenia  $\text{NO}_3^-$  przekraczają wartość 5 mg/dm<sup>3</sup>, ale utrzymują się na podobnym poziomie (rys. 42).

Stan chemiczny JCWPd został oceniony jako dobry na przeważającej powierzchni kraju na podstawie monitoringu diagnostycznego i operacyjnego. Należy jednak uwzględnić konieczność budowy punktów pomiarowych w sąsiedztwie dużych, odwadnianych odkrywek kopalń węgla brunatnego i surowców skalnych, wyrobisk górnictwa podziemnego oraz wielkich ujęć komunalnych, z uwagi na możliwą degradację wód podziemnych. Problem ten powinien być wyjaśniony w kolejnych ocenach stanu chemicznego i ilościowego JCWPd.

### **6.3. Ocena stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych w układzie obszarów dorzeczy**

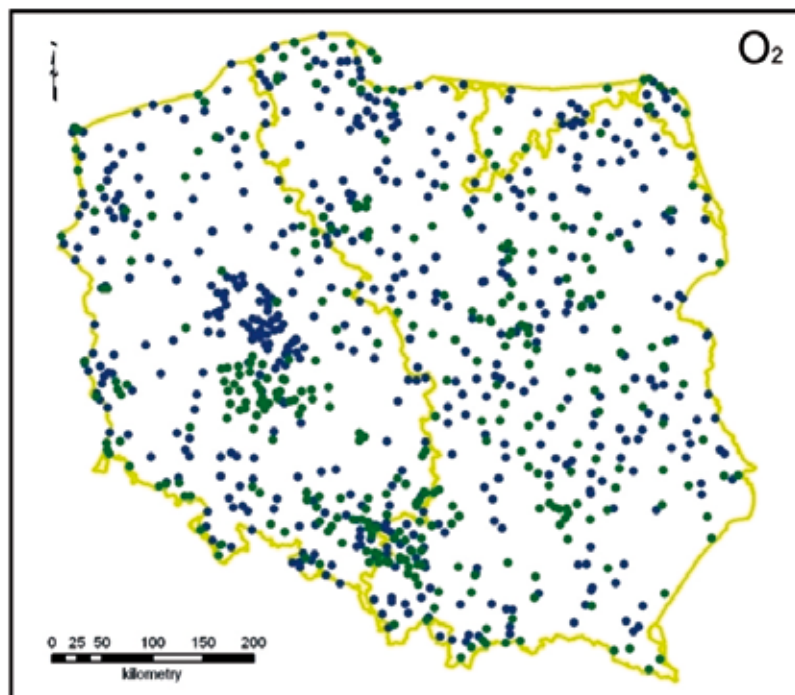
Ocenę stanu chemicznego JCWPd opracowano w układzie dorzeczy Odry, Wisły, Dniestru, Dunaju, Jarft, Łaby, Niemna, Pregoly, Świeżej i Ucker. Ocena ta powstała na podstawie wyników monitoringu operacyjnego i diagnostycznego, który jest prowadzony dla JCWPd. Obraz graficzny, będący syntezą rozpoznania stanu wód podziemnych w dorzeczach powstał poprzez agregację danych monitoringowych.

Na podstawie wyników badań laboratoryjnych wykonanych w 2007 r. sporządzono analizę wybranych wskaźników fizykochemicznych tj.: tlenu rozpuszczonego, arsenu (As), przewodności elektrolitycznej (PEW), kadmu (Cd), ołowiu (Pb) i odczynu pH. Opracowano następnie mapy (rys. 43–48) dla 1003 reprezentatywnych punktów monitoringowych. Nie uwzględniono punktów monitoringowych o numerach MONBADA: 1767, 1878, 1972, 2006, 2009, 2011, 2041. W punktach tych rejestrowane są stany i chemizm wód zmineralizowanych.

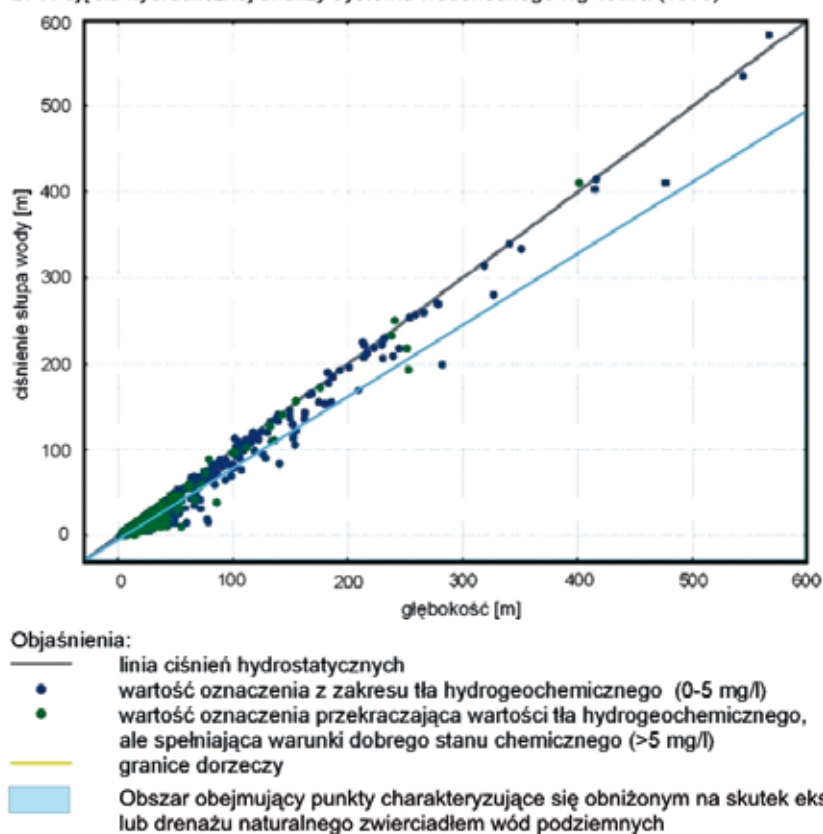
Wykresy (rys. 43–48) uwzględniają pomiary w 570 punktach, tzn. we wszystkich punktach reprezentatywnych, dla których istniały dane w monitoringowej bazie danych PSH pozwalające przeprowadzić charakterystykę systemu wodonośnego wg Toth'a (1978).



A. W granicach dorzeczy na obszarze Polski

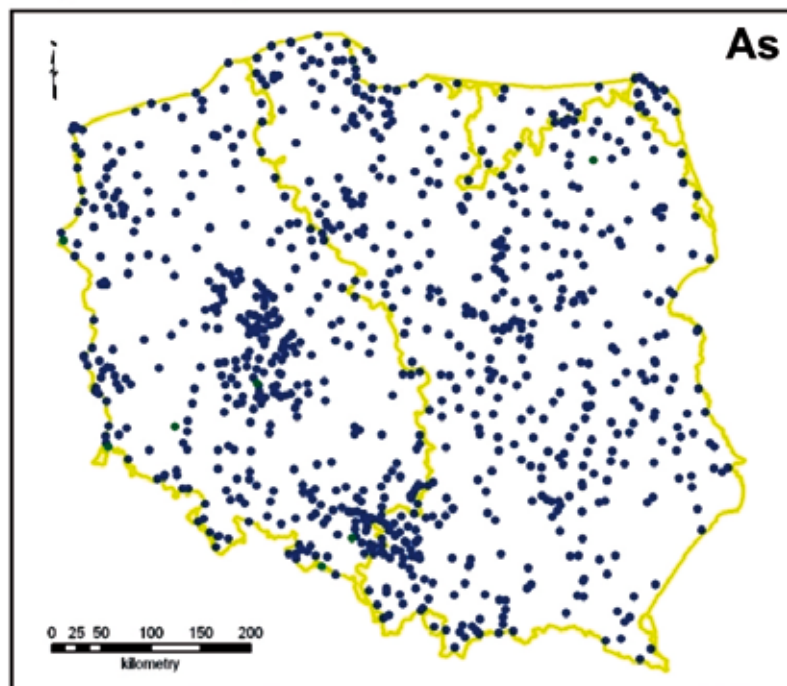


B. W ujęciu hydraulicznej analizy systemu wodonośnego wg Toth'a (1978)

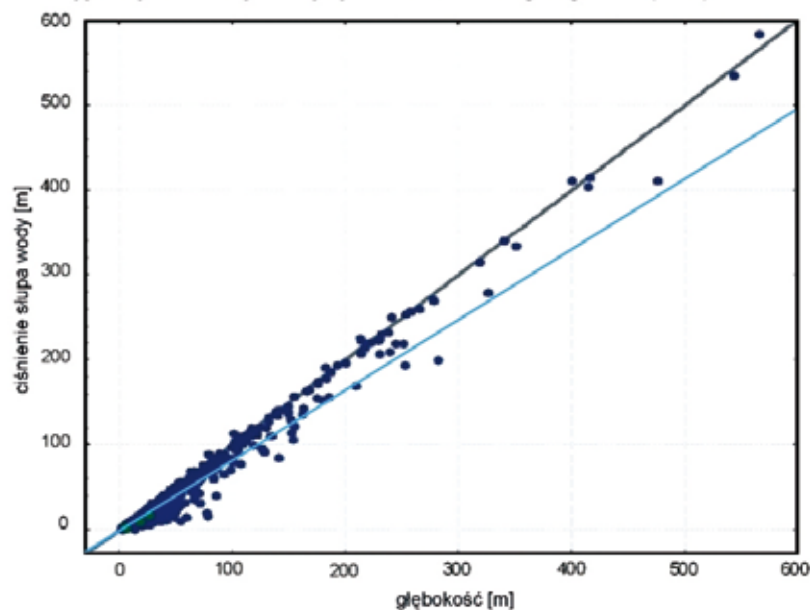


Rys. 43. Klasyfikacja stężeń tlenu rozpuszczonego w wodach podziemnych w reprezentatywnych punktach monitoringu (2007 r.):  
A – w granicach dorzeczy na obszarze Polski; B – wizualizacja wyników klasyfikacji a tle hydraulicznej charakterystyki systemu wodonośnego

A. W granicach dorzeczy na obszarze Polski



B. W ujęciu hydraulicznej analizy systemu wodonośnego wg Toth'a (1978)

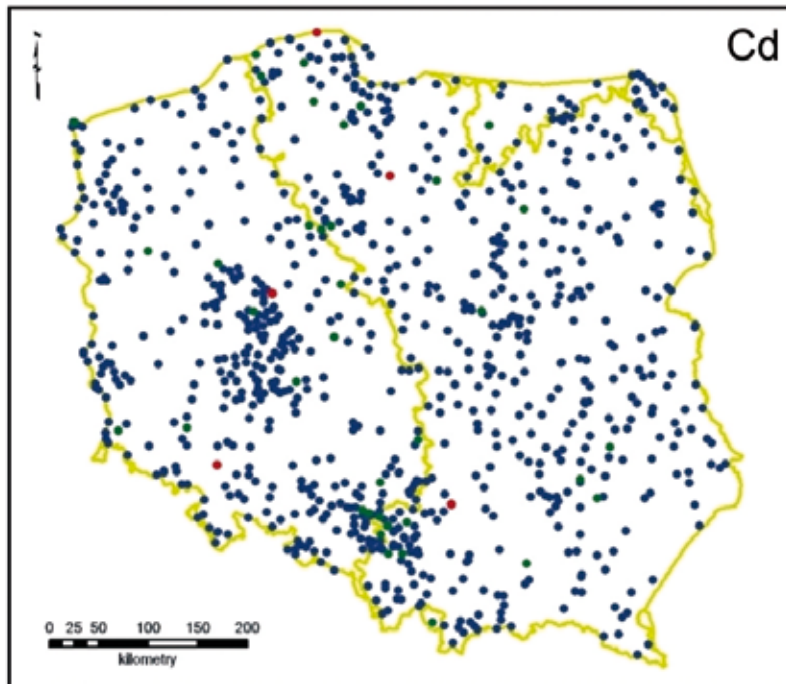


Objaśnienia:

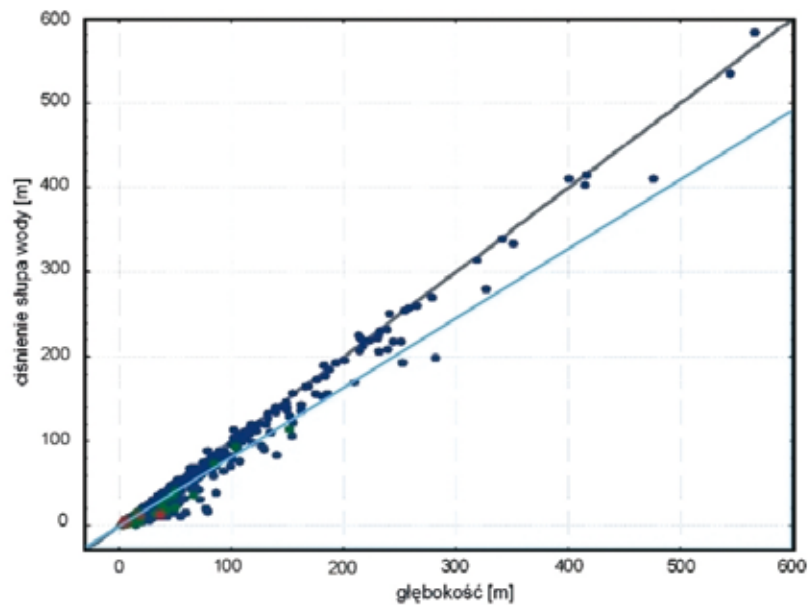
- linia ciśnień hydrostatycznych
- wartość oznaczenia z zakresu tła hydrogeochemicznego (0,00005-0,02 mg/l)
- wartość oznaczenia przekraczająca wartości tła hydrogeochemicznego, ale spełniająca warunki dla dobrego stanu chemicznego (0,02-0,20 mg/l)
- granice dorzeczy
- Obszar obejmujący punkty charakteryzujące się obciążeniem na skutek eksploatacji lub drenażu naturalnego zwierciadłem wód podziemnych

Rys. 44. Klasyfikacja stężeń arsenu w wodach podziemnych w reprezentatywnych punktach monitoringu (2007 r.):  
A – w granicach dorzeczy na obszarze Polski; B – wizualizacja wyników klasyfikacji na tle hydraulicznej charakterystyki systemu wodonośnego

A. W granicach dorzeczy na obszarze Polski



B. W ujęciu hydraulicznej analizy systemu wodonośnego wg Toth'a (1978)

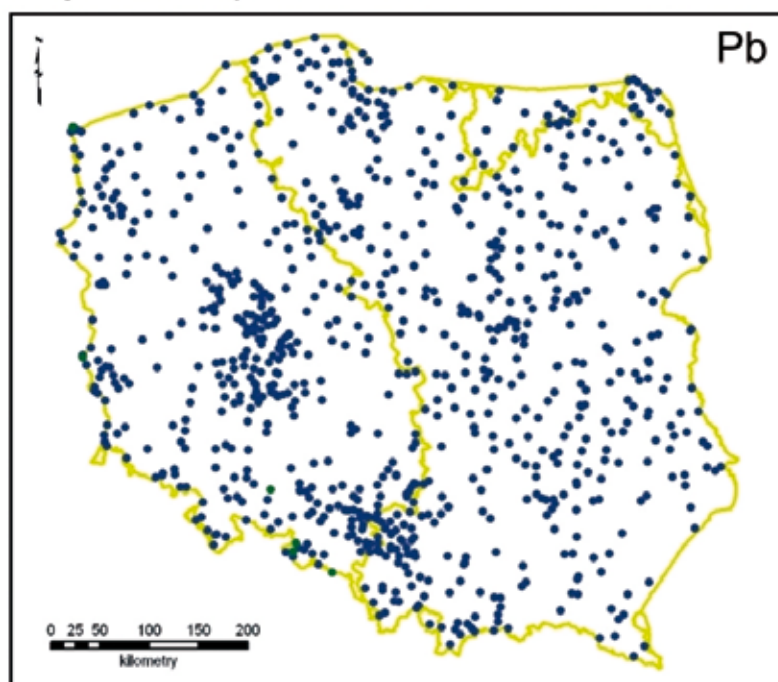


Objaśnienia:

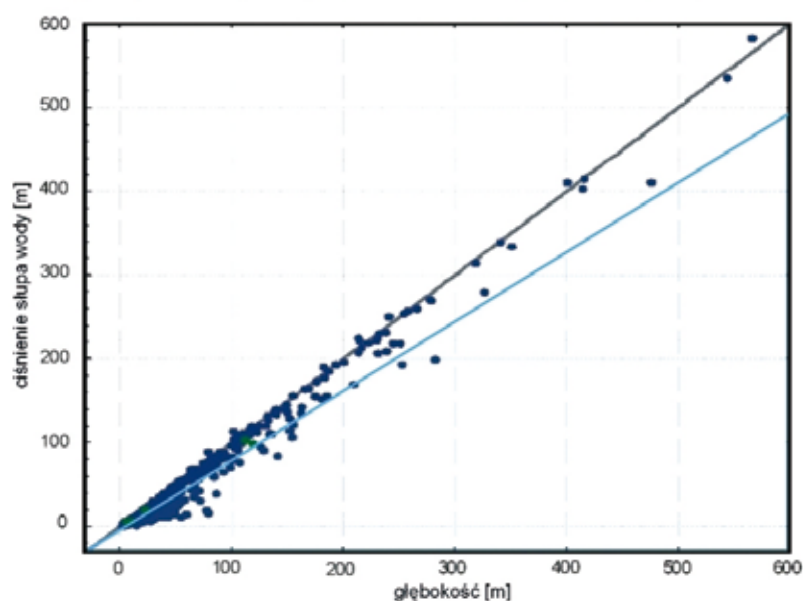
- linia ciśnień hydrostatycznych
- wartość oznaczenia z zakresu tła hydrogeochemicznego (0,0001-0,0005 mg/l)
- wartość oznaczenia przekraczająca wartości tła hydrogeochemicznego, ale spełniająca warunki dobrego stanu chemicznego (0,0005-0,0005 mg/l)
- wartość oznaczenia wskazująca na zły stan chemiczny (>0,0005 mg/l)
- granice dorzeczy
- Obszar obejmujący punkty charakteryzujące się obniżonym na skutek eksploatacji lub drenażu naturalnego zwierciadłem wód podziemnych

**Rys. 45. Klasyfikacja stężeń kadmu w wodach podziemnych w reprezentatywnych punktach monitoringu (2007 r.):**  
**A – w granicach dorzeczy na obszarze Polski; B – wizualizacja wyników klasyfikacji na tle hydraulicznej charakterystyki systemu wodonośnego**

A. W granicach dorzeczy na obszarze Polski



B. W ujęciu hydraulicznej analizy systemu wodonośnego wg Toth'a (1978)

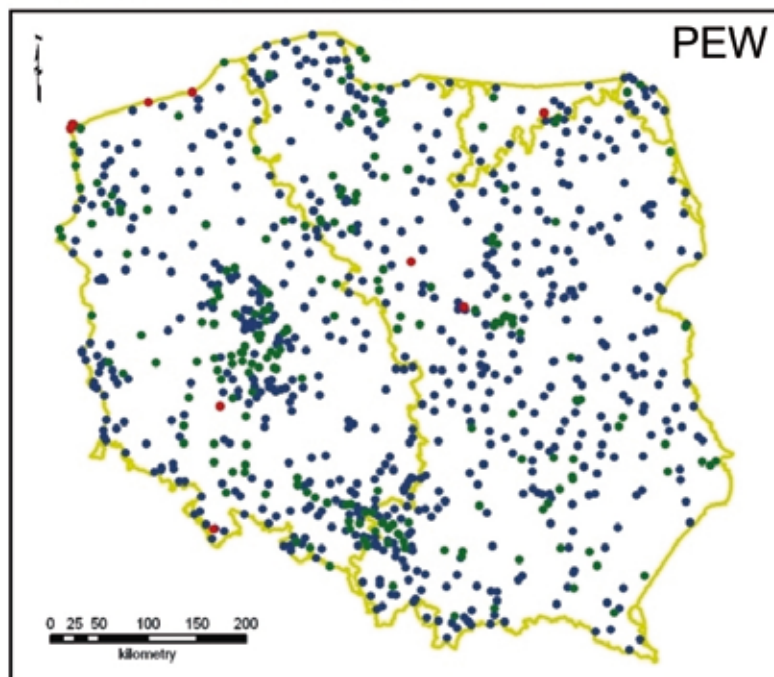


Objaśnienia:

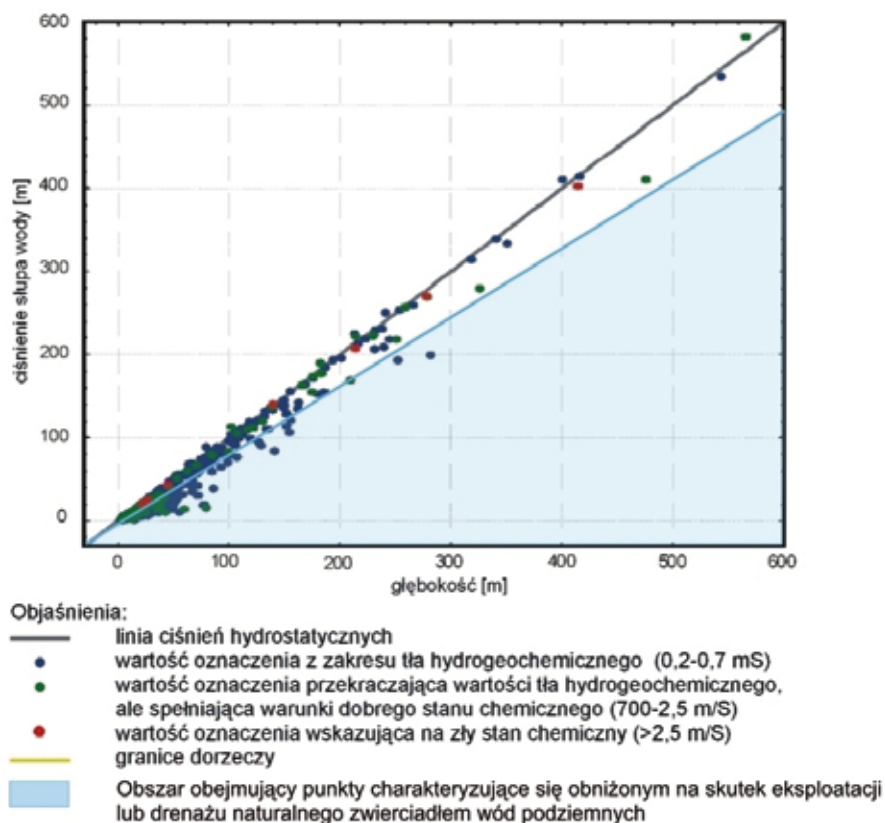
- linia ciśnień hydrostatycznych
- wartość oznaczenia z zakresu tła hydrogeochemicznego (0,001-0,010 mg/l)
- wartość oznaczenia przekraczająca wartości tła hydrogeochemicznego, ale spełniająca warunki dobrego stanu chemicznego (0,010-0,100 mg/l)
- granice dorzeczy
- Obszar obejmujący punkty charakteryzujące się obniżonym na skutek eksploatacji lub drenażu naturalnego zwierciadłem wód podziemnych

**Rys. 46. Klasyfikacja stężeń ołowiu w wodach podziemnych w reprezentatywnych punktach monitoringu (2007 r.):**  
A – w granicach dorzeczy na obszarze Polski; B – wizualizacja wyników klasyfikacji na tle hydraulicznej charakterystyki systemu wodonośnego

A. W granicach dorzeczy na obszarze Polski

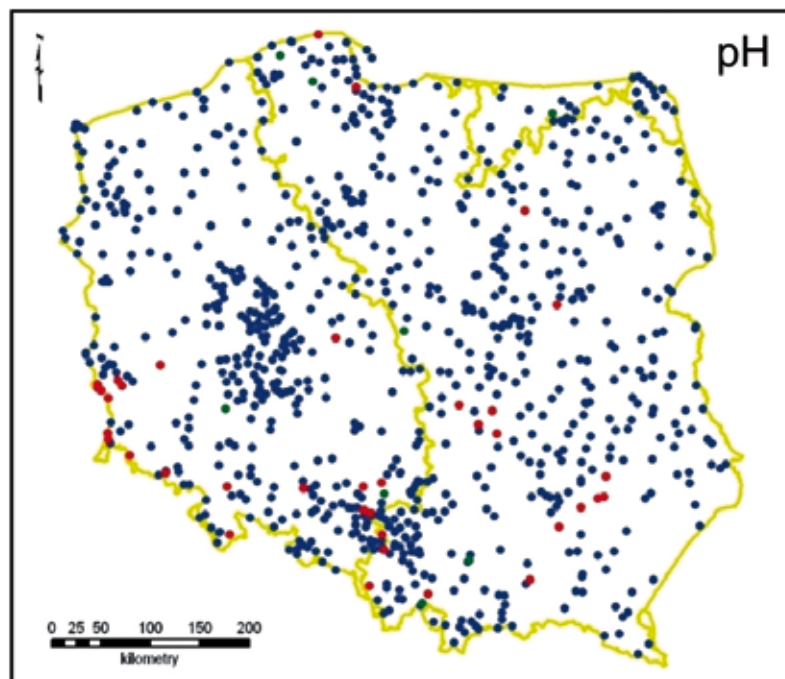


B. W ujęciu hydraulicznej analizy systemu wodonośnego wg Toth'a (1978)

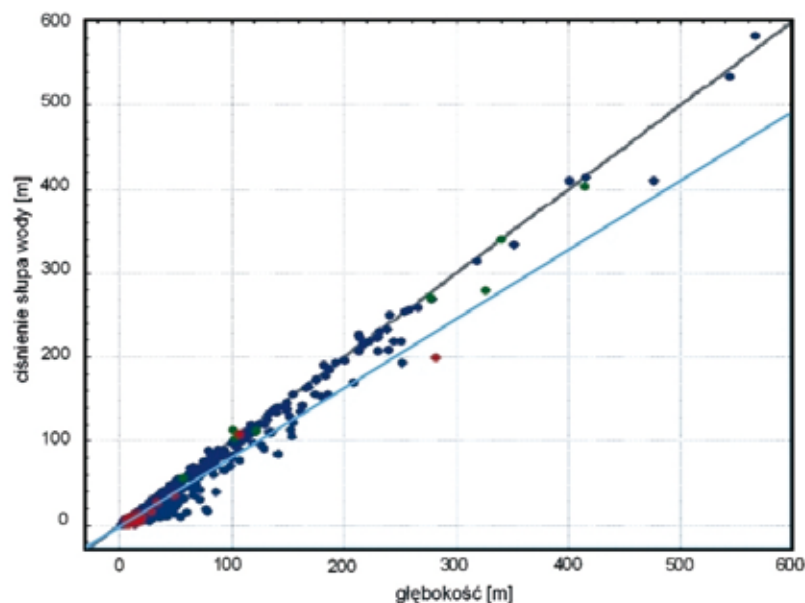


Rys. 47. Klasyfikacja przewodności elektrolitycznej w 20°C w wodach podziemnych w reprezentatywnych punktach monitoringu (2007 r.):  
 A – w granicach dorzeczy na obszarze Polski; B – wizualizacja wyników klasyfikacji na tle hydraulicznej charakterystyki systemu wodonośnego

A. W granicach dorzeczy na obszarze Polski



B. W ujęciu hydraulicznej analizy systemu wodonośnego wg Toth'a (1978)



Objaśnienia:

- linia ciśnień hydrostatycznych
- wartość oznaczenia z zakresu tła hydrogeochemicznego (6,5-8,5 pH)
- wartość oznaczenia przekraczająca wartości tła hydrogeochemicznego, ale spełniająca warunki dobrego stanu chemicznego (8,5-9,5 pH)
- wartość oznaczenia wskazująca na zły stan chemiczny (<6,5 pH oraz >9,5 pH)
- granice dorzeczy
- Obszar obejmujący punkty charakteryzujące się obniżonym na skutek eksploatacji lub drenażu naturalnego zwierciadłem wód podziemnych

**Rys. 48. Klasyfikacja odczynu pH w wodach podziemnych w reprezentatywnych punktach monitoringu (2007 r.):**  
**A – w granicach dorzeczy na obszarze Polski; B – wizualizacja wyników klasyfikacji na tle hydraulicznej charakterystyki systemu wodonośnego**

Oznaczenia tlenu rozpuszczonego w próbkach wody, pobranych w punktach reprezentatywnych wskazują jego wysoką zawartość w wodach płytkich poziomów wodonośnych, o swobodnym zwierciadle, będących zazwyczaj w więzi hydraulicznej z wodami powierzchniowymi (rys. 43). Nie dotyczy to obszarów podmokłych i bagiennych.

Klasyfikacja stężeń arsenu w wodzie – wszystkie oznaczenia w punktach reprezentatywnych wskazują na stan dobry wód (rys. 44). Pojedyncze oznaczenia przekraczające zakres tła hydrogeochemicznego\* ( $>0,02$  mg/l) związane są z wodami poziomów przypowierzchniowych, które lokalnie zanieczyszczone są odciekami z wysypisk i spływami z terenów przemysłowych.

W skali kraju, w wodach podziemnych, notowane są niskie stężenia kadmu (rys. 45). Jedynie w 5 punktach pomiarowych zanotowano podwyższone stężenie Cd, co wskazuje na zanieczyszczenie wód, zapewne ściekami z dróg i zakładów przemysłowych.

Wszystkie oznaczenia ołowiu w wodzie w punktach reprezentatywnych wskazują na stan dobry wód (rys. 46). Pojedyncze oznaczenia przekraczające zakres tła hydrogeochemicznego ( $>0,01$  mg/l) występują przeważnie w wodach płytkich.

Pomiary przewodności elektrolitycznej właściwej (PEW) w próbkach wody z punktów monitoringowych wskazują na dobry stan wód (rys. 47). Pojedyncze oznaczenia (9 oznaczeń w skali kraju) wskazują na stan zły wód. Prawdopodobnie jest to wynikiem lokalnych zanieczyszczeń antropogenicznych, bądź ascensją wód słonawych z głębokiego podłoża.

Większość oznaczeń odczynu pH wskazuje na dobry stan wód i zawiera się przedziale tła hydrogeochemicznego (rys. 48). Stwierdzono jednak grupę oznaczeń o liczebności zbioru 4%, których odczyn  $\text{pH} < 6,5$ . Może to być skutkiem doływu wód kopalnianych, odcieków ze składowisk (hałd) lub terenów przemysłowych i wysypisk odpadów.

Ocenę stanu chemicznego JCWPd opracowano w układzie dorzeczy Odry, Wisły, Dniestru, Dunaju, Jarft, Łaby, Niemna, Pregoty, Świeżej i Ucker. Wyniki oceny zostały przedstawione w skali przeglądowej na rysunku 49 oraz w tabeli 7.

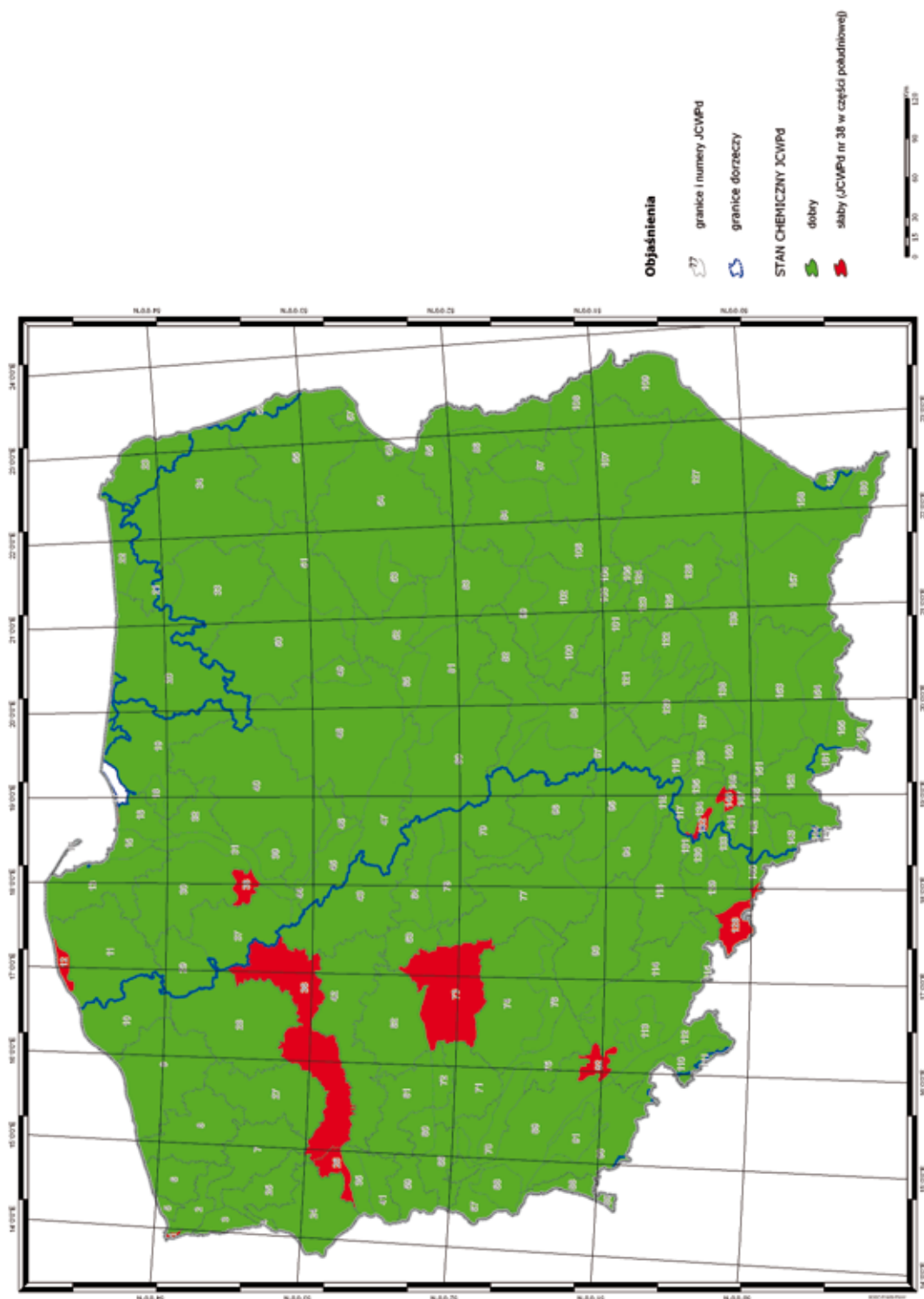
Syntetyczną informację o stanie chemicznym JCWPd w dorzeczach przedstawiono niżej w tabeli 7. Na podkreślenie zasługuje fakt, że tylko na obszarze 11 687 km<sup>2</sup> stwierdzono słaby stan chemiczny z czego 10 463 km<sup>2</sup> znajduje się w dorzeczu Odry, a reszta tj. 1.124 km<sup>2</sup> znajduje się w dorzeczu Wisły. Na pozostałym obszarze kraju stwierdzono dobry stan chemiczny wód podziemnych.

Zestawione na rysunku 49 wyniki oceny stanu chemicznego wód podziemnych w dorzeczach wskazują na ich generalnie dobry stan. Jednakże obraz ten nie uwzględnia wpływu górnictwa odkrywkowego i podziemnego, a także terenów zurbanizowanych i przemysłowych, w których sieć monitoringu operacyjnego i diagnostycznego wymaga rozbudowy i uzupełnienia. Dlatego w kolejnych ocenach należy spodziewać się istotnych zmian stanu chemicznego wód w JCWPd w rozpatrywanych dorzeczach.

Tabela 7. Ocena stanu chemicznego JCWPd w dorzeczach

Nr	Dorzecze Nazwa	Numer JCWPd w granicach dorzecza o stanie dobrym: 12, 17, ... – JCWPd o stanie słabym (%) – poniżej 5% powierzchni JCWPd nr 144 w granicach dorzecza	% Powierzchni Kraju w granicach dorzecza	Ocena stanu chemicznego JCWPd w dorzeczach wg wyników z 2007 r. (Raport, 2008)	
				% powierzchni dorzecza	Liczba JCWPd
1	2	3	4	Stan dobry	Stan słaby
PL -01	Wisła	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 37, 38, 39, 40, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 65, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 112, 117, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 132, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 160	58,58	86 ~99,4%	6 5 ~0,6% (1.123,98km <sup>2</sup> )
PL -02	Odra	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 24, 25, 26, 27, 28, 35, 36, 41, 42, 43, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 110, 113, 114, 115, 116, 118, 128, 129, 130, 131, 133, 140, 144	37,81	56 ~91,1%	6 ~8,9% (10.462,73km <sup>2</sup> )
PL -03	Dniestr	159	0,07	1 100%	0 0%
PL -04	Dunaj	112, 144(%), 161	0,12	3 100%	0 0%
PL -05	Jarft	19(%)	0,07	1 100%	0 0%
PL -06	Łaba	110(%), 111	0,08	2 100%	0 100%
PL -07	Niemen	23, 56	0,81	2 100%	0 0%
PL -08	Pregola	20, 21, 22	2,41	3 100%	0 0%
PL -09	Świeża	19(%), 20(%)	0,05	2 100%	0 0%
PL -10	Ucker	2(%)	0,00	1 100%	0 0%





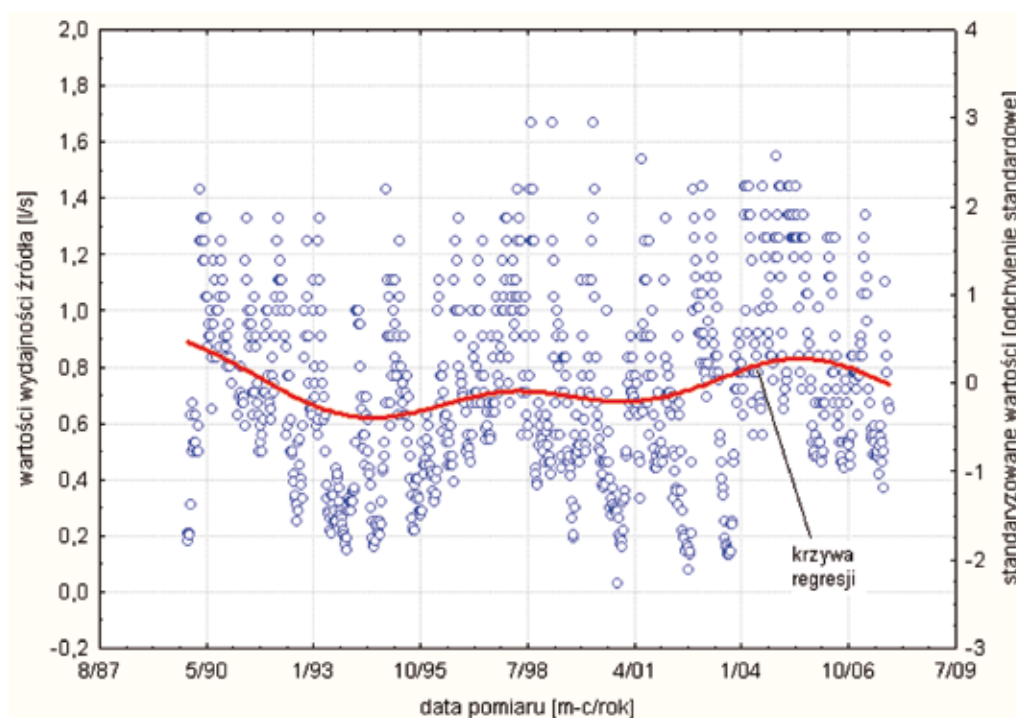
Rys. 49. Ocena stanu chemicznego JCWPd dla dorzecza Odry oraz Dunaju, Jarft, Łaby i Ucker, a także Wisły oraz Dniestru, Niemna, Pregoly i Świerzej, wg danych z monitoringu wód podziemnych (Hordejuk T. i in., 2008)

## 7. Stan ilościowy jednolitych części wód podziemnych

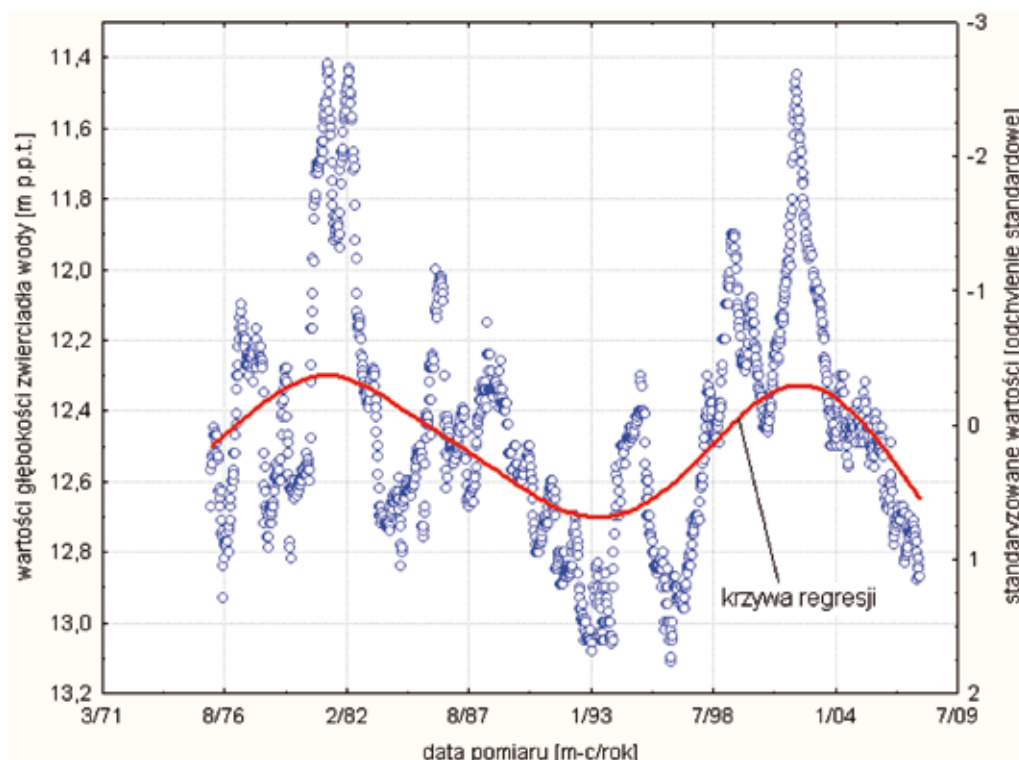
### 7.1. Ocena zmian położenia zwierciadła wód podziemnych w punktach pomiarowych

Ocenę stanu ilościowego JCWPd przedstawiono na podstawie wyników monitoringu wahań zwierciadła wód podziemnych w punktach pomiarowych. Sporządzono wykresy wieloletnich zmian położenia zwierciadła wody (rys. 50–57). Wykresy odnoszą się do wyselekcjonowanych punktów obserwacyjnych, reprezentujących wybrane JCWPd.

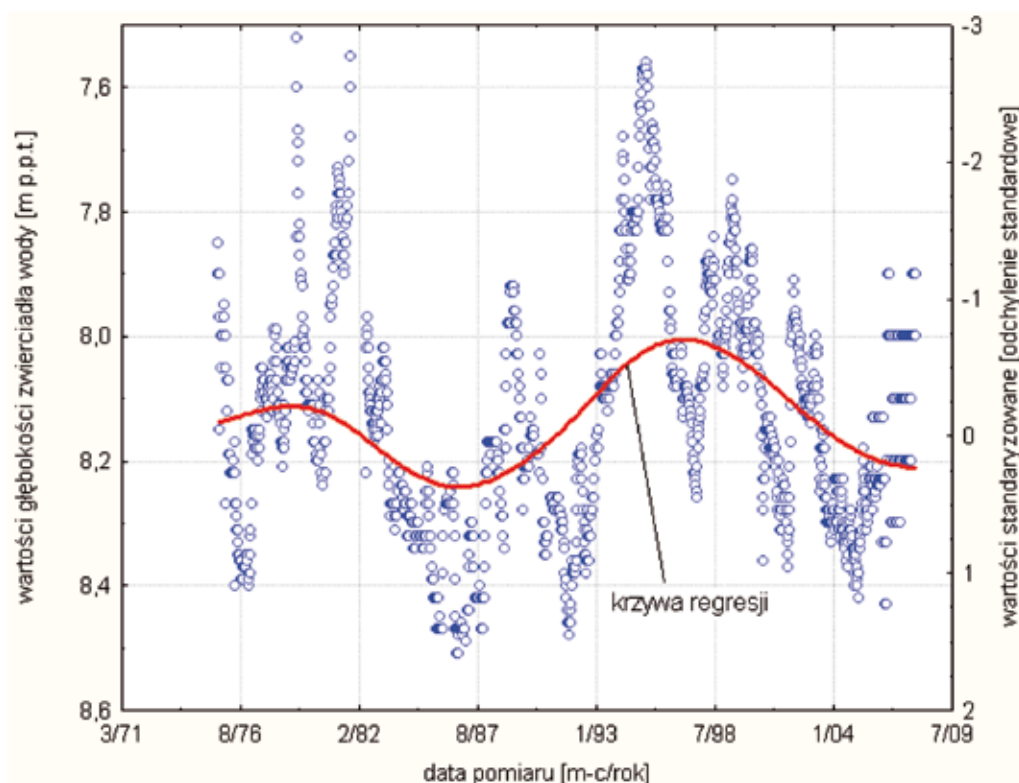
Strukturę szeregów czasowych, jakimi są zmiany poziomu zwierciadła wód podziemnych lub wydajności źródła, można opisać za pomocą dwóch podstawowych klas składników: trendu i sezonowości zmian (cykliczności). W przypadku wahań zwierciadła wód podziemnych obserwuje się współwystępowanie tych dwóch podstawowych składników szeregu czasowego. Dlatego w analizie trendu niezwykle ważna jest separacja zmienności czasowej – trendu, sezonowości i fluktuacji losowych w szeregu czasowym. Obliczenia zostały wykonane przy użyciu programu STATISTICA 8, uwzględniając analizę błędów w formie odchylenia standardowego i określenia krzywej regresji metodą najmniejszych kwadratów.



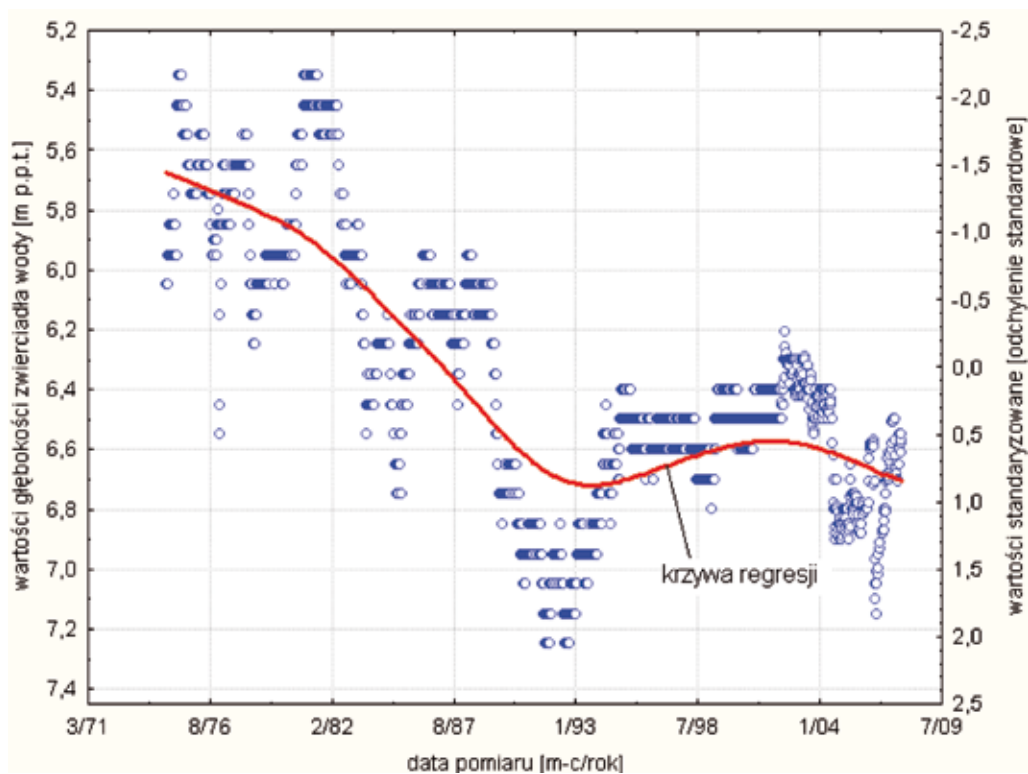
Rys. 50. Zmienność wydajności źródła i jej standaryzowane wartości w wieloleciu 1989–2007 w punkcie PL01G158\_007 sieci krajowej, monitoringu stanu ilościowego wód podziemnych na obszarze JCWPd 158



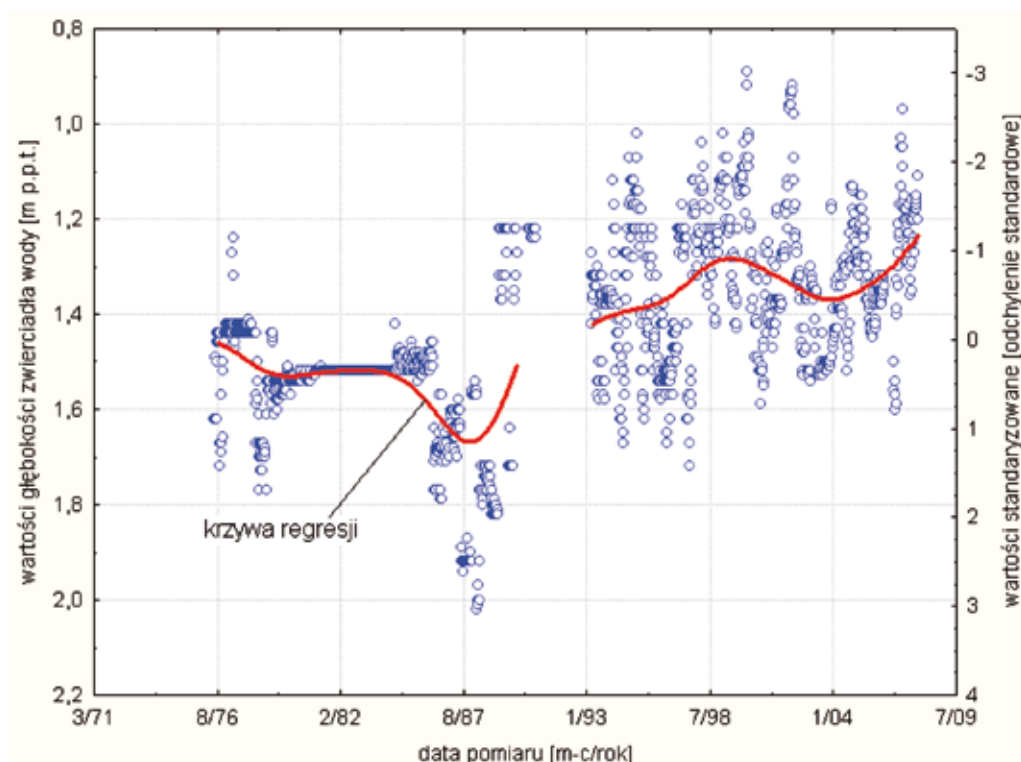
**Rys. 51. Zmienność poziomu wód podziemnych i jego standaryzowane wartości w wieloleciu 1976–2007 w punkcie PL01GO30\_002 sieci krajowej monitoringu stanu ilościowego wód o zwierciadle swobodnym na obszarze JCWPd 30**



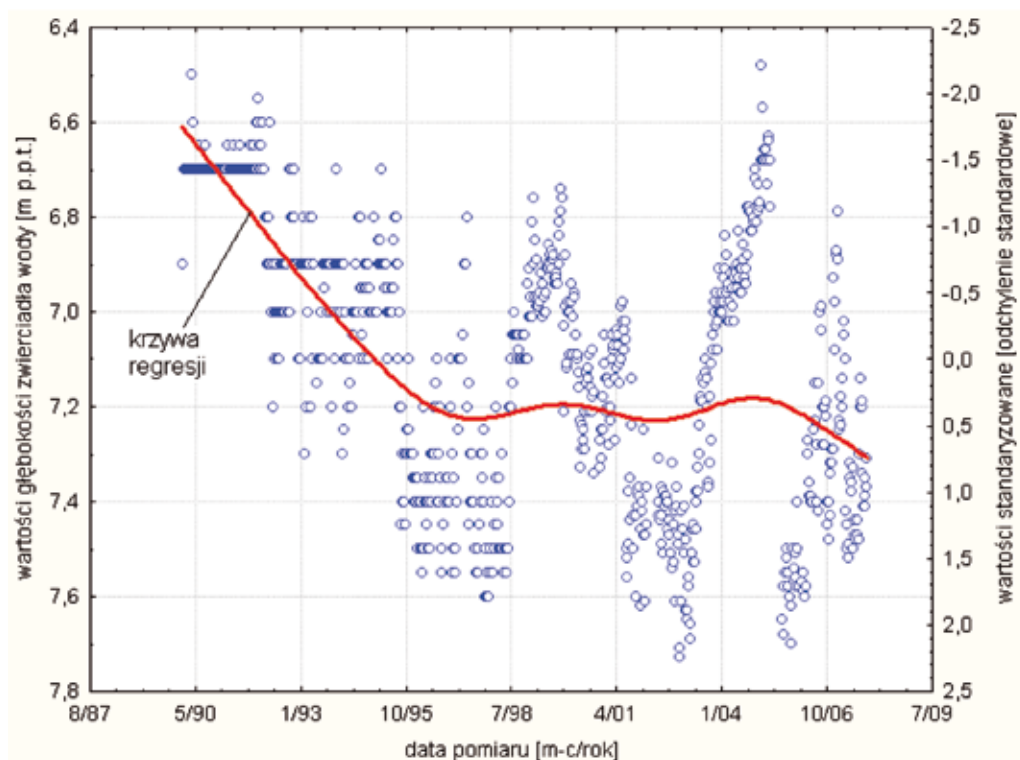
**Rys. 52. Zmienność poziomu wód podziemnych i jego standaryzowane wartości w wieloleciu 1976–2007 w punkcie PL01G048\_010 sieci krajowej monitoringu stanu ilościowego wód o zwierciadle swobodnym na obszarze JCWPd 48**



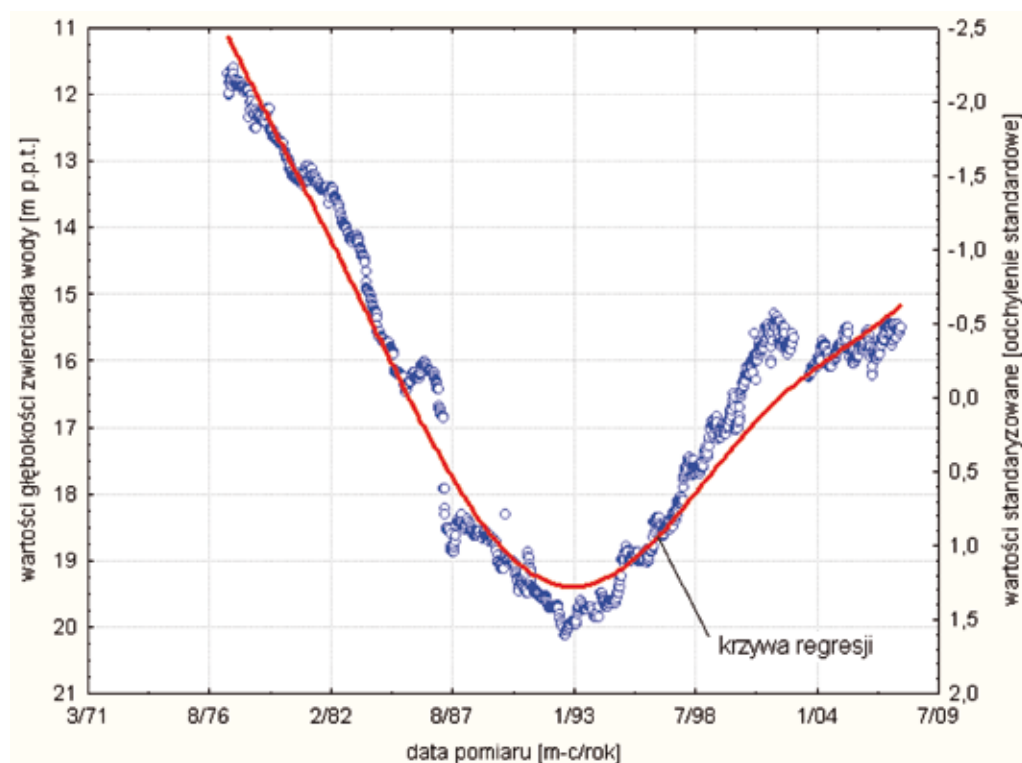
Rys. 53. Zmienność poziomu wód podziemnych i jego standaryzowane wartości w wieloleciu 1976–2007 w punkcie PL02G063\_001 sieci krajowej monitoringu stanu ilościowego wód wglębnych na obszarze JCWPd 63



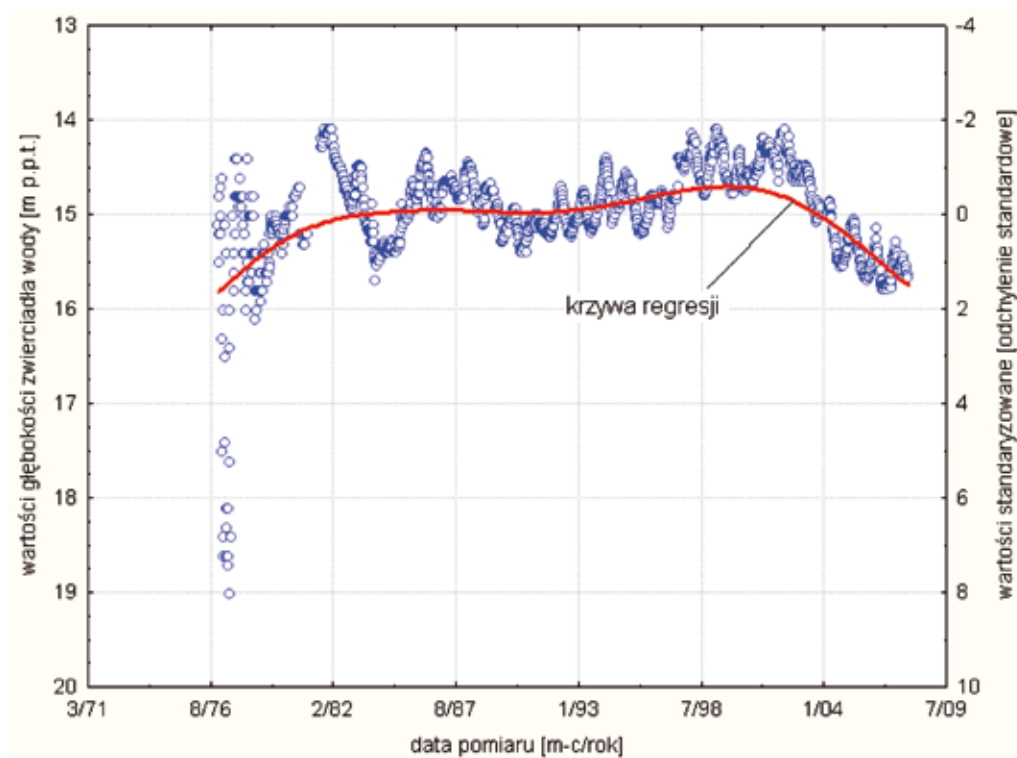
Rys. 54. Zmienność poziomu wód podziemnych i jego standaryzowane wartości w wieloleciu 1976–2007 w punkcie PL01G017\_002 sieci krajowej monitoringu stanu ilościowego wód o zwierciadle swobodnym na obszarze JCWPd 17



**Rys. 55. Zmienność poziomu wód podziemnych i jego standaryzowane wartości w wieloleciu 1976–2007 w punkcie PL02G001\_008 sieci krajowej monitoringu stanu ilościowego wód wglębnych na obszarze JCWPd 1**



**Rys. 56. Zmienność poziomu wód podziemnych i jego standaryzowane wartości w wieloleciu 1976–2007 w punkcie PL02G096\_003 sieci krajowej monitoringu stanu ilościowego wód wglębnych kredy na obszarze JCWPd 96**



**Rys. 57. Zmienność poziomu wód podziemnych i jego standaryzowane wartości w wieloleciu 1976–2007 w punkcie PL02G096\_004 sieci krajowej monitoringu stanu ilościowego wód wglębnych czwartorzędu na obszarze JCWPd 96**

Wyniki monitoringu opisują stan hydrodynamiczny JCWPd, w których pod wpływem presji poboru wód podziemnych obserwuje się:

- fazę stabilności dynamicznej (brak dalszego szczypania, pogarszanie się stanu ilościowego) lub
- fazę przywracania równowagi wskutek zasilania wód podziemnych

Mając na uwadze przedstawioną klasyfikację reprezentatywnych reakcji na istotne oddziaływania systemu wód podziemnych, można stwierdzić, że w przypadkach procesu nadmiernej eksploatacji zbiorników wód podziemnych o znaczeniu użytkowym podejmowane są działania zaradcze. Przyczyną wzrostu ciśnień piezometrycznych w tych zbiornikach może być znaczne ograniczenie poboru przez duże ujęcia komunalne. Sygnalizowany jest zatem problem lokalnych podtopień na obszarach dolin rzecznych i obniżen morfologicznych, który lokalnie może doprowadzić do ograniczenia użytkowania wód.

## 7.2. Ocena stanu ilościowego jednolitych części wód podziemnych

Przystępując do oceny stanu ilościowego JCWPd poszczególnym jednostkom przypisano wielkości zasobów dostępnych, analogicznie jak wielkość poboru całkowitego. Dane wejściowe do oceny stanu ilościowego JCWPd obejmują informacje o:

- wynikach ciągłego monitoringu zmian położenia zwierciadła wody w możliwie długim okresie,

- całkowitym poborze wód podziemnych,
- zasobach dostępnych.

Danymi wejściowymi do analizy zmian położenia zwierciadła wody w kontekście tła hydrogeologicznego były zasoby informacyjne bazy Monitoringu Wód Podziemnych PSH. Aby wiarygodnie wyznaczyć linię trendu, należy dysponować ponad 15-letnimi ciągłymi zapisami pomiarów (Kowalczyk i in., 2007). Warunki te spełniło jedynie 77 otworów sieci obserwacyjnej stanu ilościowego. Wyniki tych pomiarów wykorzystano do określenia reprezentatywnych, naturalnych reakcji systemu wód podziemnych (wieloletniej cykliczności), z uwzględnieniem tła hydrologicznego. Termin tła hydrologiczne sprecyzowano w rozdziale 5.

Dostępne zasoby wód podziemnych, rozumiane są jako wieloletnia roczna wielkość całkowitego zasilania danego zbiornika wód podziemnych, pomniejszona o wieloletnią roczną wielkość odpływu podziemnego, jaka jest niezbędna do osiągnięcia celów jakości ekologicznej dla związanych z tymi zasobami wód powierzchniowych i ekosystemów lądowych zależnych od wód podziemnych. Na potrzeby niniejszego opracowania interpretowano zasoby udokumentowane jako zasoby dyspozycyjne (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 3 października 2005 r. – Dz. U. nr 201, poz. 1673). Korzystano także z oszacowanych i zatwierdzonych zasobów perspektywicznych przez Komisję Dokumentacji Hydrogeologicznych Ministerstwa Środowiska. Przy interpretacji zasobów dostępnych dla poszczególnych JCWPd uwzględniono czynniki istotnie wpływające na błąd oceny ich zasobów. Informacje o czynnikach wpływających na ocenę wielkości zasobów dyspozycyjnych i skali błędu w odniesieniu do poszczególnych JCWPd przyjęto z opracowań archiwalnych (Orsztynowicz, 1988; Herbich i in., 2007).

Całkowity pobór wód określono jako sumaryczną wielkość poboru wód podziemnych, uwzględniającą ilość wód czerpanych w ramach poboru rejestrowanego w ilości powyżej 100 m<sup>3</sup>/24h oraz poboru nieopomiarowanego w części dotyczącej zwykłego korzystania z wód (kryterium poboru do 5 m<sup>3</sup>/dobę dla potrzeb bytowych gospodarstwa, a nie działalności gospodarczej) i pozaprawnego wykorzystywania wód. Ze względu na strukturę poboru nieopomiarowanego wielkość poboru całkowitego nie może być precyzyjnie określona, a jedynie oszacowana ze wskazaniem marginesu niepewności.

Wielkość błędu w ocenie poboru całkowitego, przy założeniu dużej wiarygodności poboru rejestrowanego, oceniono i uwzględniono na podstawie analizy strat, tj. wielkości sprzedaży wód w stosunku do poboru rejestrowanego (Dąbrowski red., 2006; Dąbrowski, Nowicki red., 2006) oraz zakresu wartości poboru nieopomiarowanego, wynikającego ze zwykłego korzystania z wód (określonego empirycznie i na drodze zastosowania wskaźnika prawnie usankcjonowanego).

Ocena całkowitego poboru wód podziemnych oraz identyfikacja jego struktury są zagadnieniami złożonymi z powodu odmiennego korzystania z wód na obszarach miejskich i wiejskich, jak również z uwagi na ograniczone i mało precyzyjne informacje o poborze i jego użytkownikach. Tryb korzystania z wody rzutuje na rejestrację ilości pobieranej wody. Dokładność oceny wielkości poboru całkowitego jest mało precyzyjna. Oznacza to, że zawsze pozostanie margines niepewności. Opracowane dane określają obecnie dostępny poziom referencyjny,

uwzględniają także margines niepewności i zapewniają możliwość sporządzenia prognoz i ocen.

Dane dokumentujące ocenę stanu ilościowego JCWPd uwzględniają: nr JCWPd, powierzchnię, dostępne zasoby, współczynnik redukcji zasobów, zasoby dostępne zredukowane, pobór rejestrowany przez wszystkie sektory gospodarki, pobór rejestrowany w ramach odwodnienia kopalń, pobór nieopomiarowany i pobór całkowity.

W celu oceny stanu ilościowego jednolitych części wód podziemnych dla każdej części został określony stopień wykorzystania dostępnych zasobów wód podziemnych, interpretowany jako (Hordejuk i in., 2008):

- procentowy stosunek poboru całkowitego do zasobów dostępnych,
- różnica dostępnych zasobów i poboru całkowitego (wyrażona w jednostkach objętości na rok).

Stopień wykorzystania zasobów obliczono według dwóch scenariuszy, z uwzględnieniem jego składowych w różnych wariantach:

- poboru całkowitego: według stanu na 2005 r. i średniego z wielolecia 2000–2005; coroczna zmienność poboru, tj. możliwa jego wielkość w 2007 r., odbiega nieistotnie od średniej z wielolecia;
- zasobów dostępnych: uwzględnianych wprost jako wartość pełna – scenariusz A (Herbich, Skrzypczyk, 2003a, b) oraz jako wartość zredukowana w związku z czynnikami istotnie wpływającymi na ocenę zasobów – scenariusz B; modyfikacja zasobów wynika z eksperckiego uzasadnienia przedstawionego w poprzednich badaniach dotyczących stanu JCWPd (Maciejewski i in., 2007).

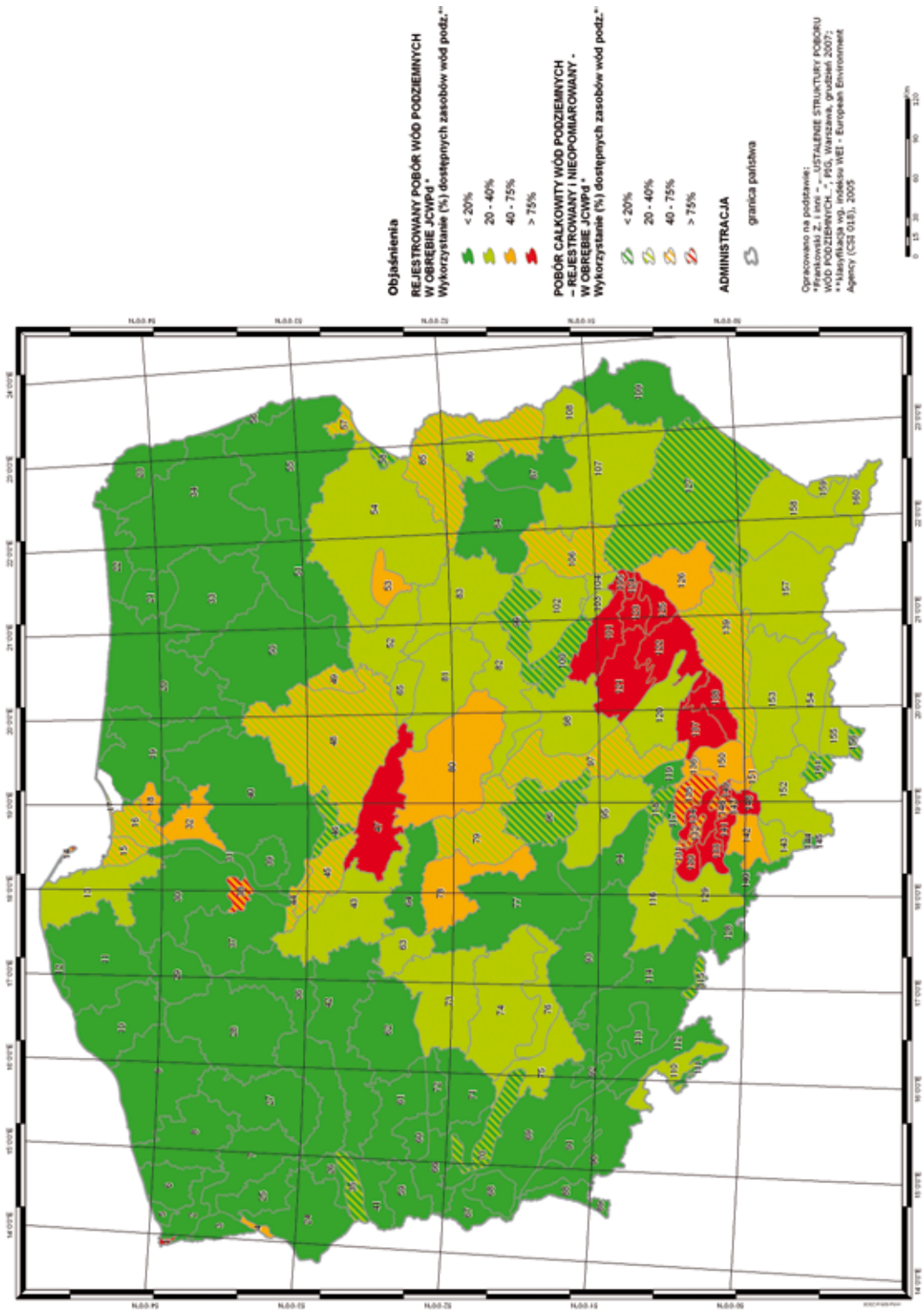
Regionalną charakterystykę JCWPd na podstawie wskaźnika wykorzystania dostępnych zasobów wód podziemnych, tak w odniesieniu do poboru rejestrowanego, jak i poboru całkowitego, przedstawiono na rysunku 58.

### **7.3. Ocena stanu ilościowego jednolitych części wód podziemnych w układzie obszarów dorzeczy**

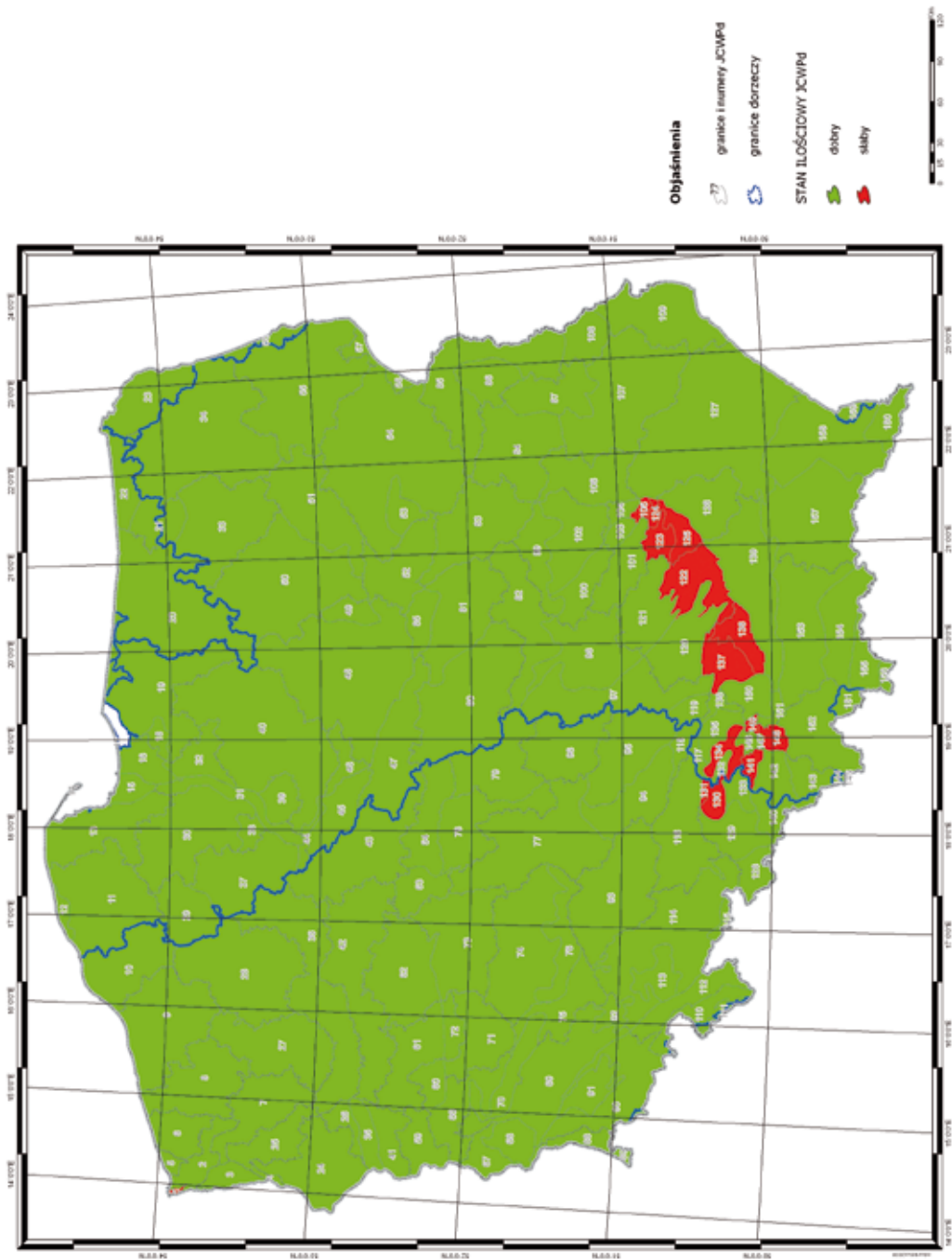
Ocenę stanu ilościowego JCWPd opracowano w układzie dorzeczy Odry, Wisły, Dniestru, Dunaju, Jarft, Łaby, Niemna, Pregoty, Świeżej i Ucker (rys. 59, tab. 8) Słaby stan ilościowy stwierdzono tylko na obszarze 6960,1 km<sup>2</sup>, z czego 6425,1 km<sup>2</sup> znajduje się w dorzeczu Wisły, a 535 km<sup>2</sup> w dorzeczu Odry. Na pozostałym obszarze kraju stwierdzono dobry stan ilościowy.

Naturalne zmiany hydrologiczne, w konsekwencji także hydrogeologiczne, mogą przy interpretacji aktualnego stanu wód podziemnych wprowadzać „pułapki” do poprawnej (obiektywnej) oceny stanu wód w JCWPd i dorzeczach. W długim okresie wielkość dostępnych zasobów wód podziemnych powinna być wartością stałą biorąc pod uwagę plany gospodarowania w dorzeczach. Kluczowym zatem zagadnieniem jest ocena stanu wód oraz zagrożenie ich zasobów. Wynika stąd konieczność rozdzielenia wpływu zmian powodowanych przez czynniki antropogeniczne od zmian występujących naturalnie.





Rys. 58. Regionalna charakterystyka JCWPd na podstawie wskaźnika wykorzystania dostępnych zasobów wód podziemnych (Hordejuk T. i in., 2008)



Rys. 59. Ocena stanu ilościowego JCWPd dla dorzeczia Odry oraz Dunaju, Jarft, Łaby i Ucker, a także Wisły oraz Dniestru, Niemna, Pregoly i Świeże, wg danych z monitoringu stanu ilościowego wód podziemnych (Hordejuk T. i in., 2008)

Tabela 8. Ocena stanu ilościowego JCWPd w dorzeczach

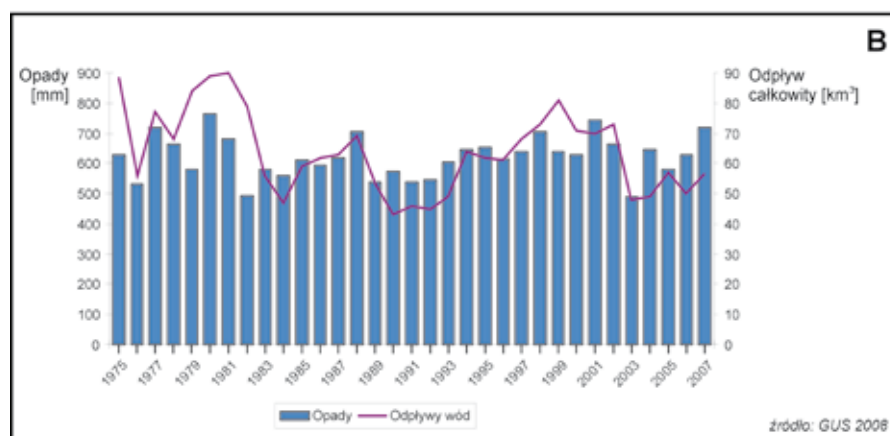
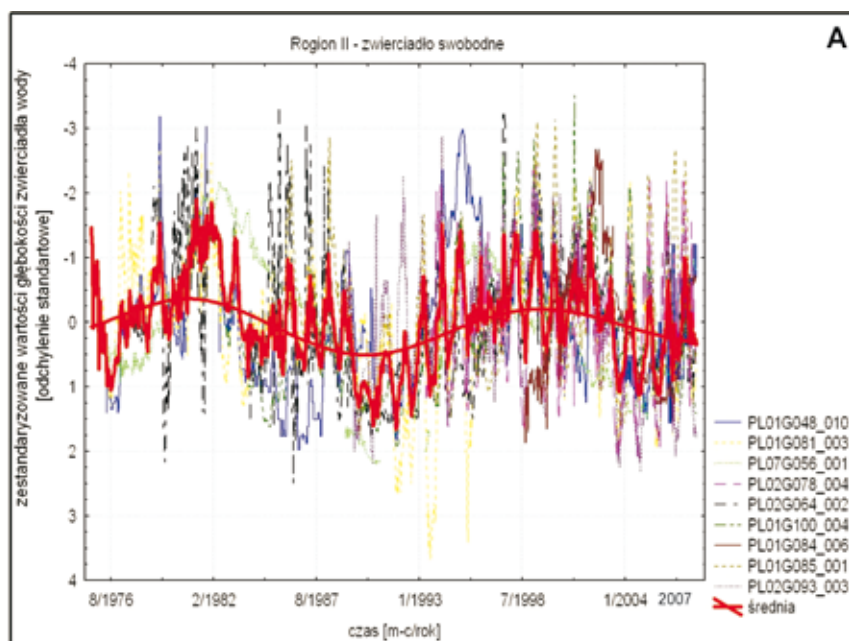
Dorzecze	Numer JCWPd w granicach dorzecza 11, 13, ... – JCWPd o stanie dobrym; <b>14, 105, ...</b> – JCWPd o stanie słabym (%) – poniżej 5% powierzchni JCWPd w granicach dorzecza		Powierzchni Kraju w granicach dorzecza	Ocena stanu ilościowego JCWPd w dorzeczach wg wyników z 2007 r. (Raport, 2008)		
	Nr	Nazwa		Stan dobry % powierzchni dorzecza	Stan słaby % powierzchni dorzecza	
PL-01	1	2	3	4	5	6
PL-01		Wisła	11, 12, 13, <b>14</b> , 15, 16, 17, 18, 19, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 37, 38, 39, 40, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 65, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, <b>105</b> , 106, 107, 108, 109, 112, 117, 119, 120, 121, <b>122, 123, 124, 125, 126, 127, 132, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 160</b>	58,58	<b>79</b> ~96,2%	<b>12</b> ~3,8% (6425,11 km <sup>2</sup> )
PL-02		Odra	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 24, 25, 26, 27, 28, 35, 36, 41, 42, 43, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 110, 113, 114, 115, 116, 118, 128, 129, <b>130, 131, 133, 140, 144</b>	37,81	<b>59</b> ~99,6%	<b>3</b> ~0,4% (535,31km <sup>2</sup> )
PL-03		Dniestr	159	0,07	<b>1</b> 100%	<b>0</b> 0%
PL-04		Dunaj	112, 144(%), 161	0,12	<b>3</b> 100%	<b>0</b> 0%
PL-05		Jarft	19(%)	0,07	<b>1</b> <b>100%</b>	<b>0</b> 0%
PL-06		Łaba	110(%), 111	0,08	<b>2</b> <b>100%</b>	<b>0</b> 100%
PL-07		Niemen	23, 56	0,81	<b>2</b> <b>100%</b>	<b>0</b> 0%
PL-08		Pregola	20, 21, 22	2,41	<b>3</b> <b>100%</b>	<b>0</b> 0%
PL-09		Świeża	19(%), 20(%)	0,05	<b>2</b> <b>100%</b>	<b>0</b> 0%
PL-10		Ucker	2(%)	0,00	<b>1</b> <b>100%</b>	<b>0</b> 0%

Przedstawione wyniki uwzględniają wpływ długich okresów obserwacji. Długi okres analizy danych może nie sprzyjać poprawnej analizie trendu zmian. Ograniczenie analizy do ostatnich 15 lat może być bardziej wiarygodne niż uwzględnienie dłuższego okresu obserwacji. Taki punkt widzenia wydaje się być dyskusyjny w perspektywie przedstawianej analizy, ponieważ wieloletnie zmiany położenia zwierciadła wody odzwierciedlają rzeczywistą charakterystykę niestabilności systemu wód podziemnych. Wynika to z zależności 'zasilanie–odpływ', z uwzględnieniem czasu opóźnienia reakcji systemu wodonośnego. Zależność ta może być istotna nie tylko w ocenie stanu ilościowego, lecz także w ocenie stanu chemicznego wód podziemnych (Dahl, Hinsby, 2008; Frankowski i in., 2008).

Długie i powtarzające się w wieloletnim ciągu okresy suszy i niżówek hydrologicznych często potęgują zarówno postrzeganie negatywnych skutków, jak i przeświadczenie o nadmiernej eksploatacji wód podziemnych. Nadmierna eksploatacja wód może jednak zostać stwierdzona z dużą wiarygodnością jedynie na podstawie hydrogeologicznego modelu koncepcyjnego, opartego na danych monitoringowych określających stałe cechy funkcjonowania zbiornika. To oznacza, że nie zawsze powszechne wykorzystanie danych z monitoringu zwierciadła wód podziemnych może stanowić precyzyjną bazę dla oceny stanu wód podziemnych. Celem jest podjęcie poprawnej decyzji, a nie uproszczonego wnioskowania na podstawie prognozy, zwłaszcza ograniczonej do wyników z krótkiego okresu obserwacji (Custodio, 2002; Nixon, 2002).

Powiązanie zmian stanu chemicznego ze schematem 'zasilanie–odpływ' w poszczególnych JCWPd i dorzeczach ma zasadnicze znaczenie dla określenia trendu zmian. Reakcje zmian jakości wody mogą być oczywiste tylko w przypadku wód o zwierciadle swobodnym i szybkiej wymianie wód w warstwie wodonośnej o dużych zasobach zmiennych w porównaniu do zasobów zmagazynowanych (Słownik hydrogeologiczny, 2002). W przypadku warstw wodonośnych o zwierciadle napiętym związek 'zasilanie–odpływ' jest trudniejszy do określenia z uwagi na zjawisko inercji wód, a tym samym dłuższy czas dopływu zanieczyszczeń z powierzchni terenu oraz dłuższy czas wymiany wód w warstwie wodonośnej o dużej miąższości. Należy mieć na uwadze, że płytkie warstwy wodonośne, występujące do głębokości 30–50 m, mogą być zaliczone do lokalnych systemów obiegu wód, dla których w uzasadnionych przypadkach konieczne jest wyznaczenie subczęści.

Analiza dostępnych informacji wskazuje na wieloletnią, cykliczną zmianę zasilania wód podziemnych przekładającą się na zmianę stanu wód i wielkość odpływu podziemnego (rys. 60). Na podstawie wyników obserwacji w sieci monitoringu na obszarze kraju stwierdzono wahania zwierciadła wód, jako reakcję systemu wodonośnego na wahania temperatur powietrza i opadów, w ok. 22-letnim cyklu. Wieloletnia rytmiczna zmienność stanu wód podziemnych może sugerować potrzebę korekty w ocenach stanu chemicznego i ilościowego JCWPd i w dorzeczach. Dotyczyć to może definicji punktu odwrócenia niekorzystnego trendu zmian w zakresie stanu ilościowego i chemicznego wód podziemnych. Obecnie obowiązuje 6-letni cykl określony w Ramowej dyrektywie wodnej, podczas gdy w świetle zauważonej powtarzalności zjawisk hydrologicznych byłby to zaledwie okres obejmujący  $\frac{1}{4}$  naturalnego cyklu zmian hydrogeologicznych. Nieuwzględnienie czynników naturalnych może doprowadzić do nadinterpretacji wyników monitoringu i do niewłaściwego wydatkowania środków finansowych na konieczne działania w celu poprawy stanu ilościowego JCWPd.

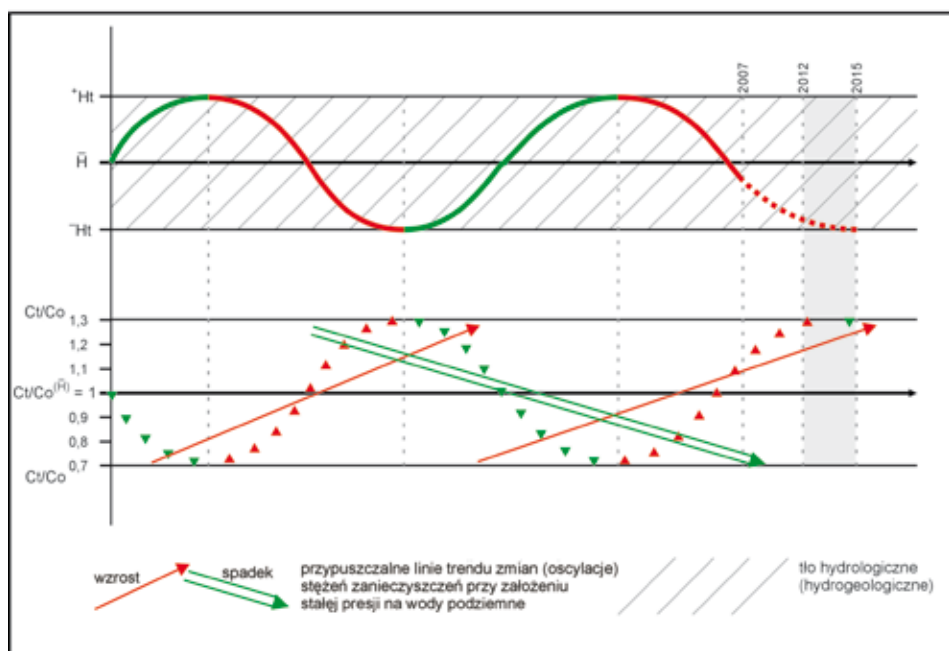


**Rys. 60. A – zmiany średniego położenia swobodnego zwierciadła wód podziemnych w centralnym rejonie Polski; B – zmiany rocznego odpływu całkowitego z obszaru dorzeczy na tle wielkości opadów w okresie 1975–2007**

Udokumentowany cykl naturalnych zmian położenia zwierciadła wody podziemnej odzwierciedla możliwą reakcję systemu wód podziemnych, co rzutuje na ocenę wrażliwości lub podatności systemu na zanieczyszczenia oraz ocenę stanu ilościowego zasobów. W zauważonej zależności można dostrzec ukierunkowane zmiany jakości wód (rys. 61).

W modelu założono:

- stały ładunek zanieczyszczenia,
- natychmiastowy dopływ zanieczyszczeń z powierzchni terenu,
- sezonową wymianę wody w warstwie wodonośnej,
- zmiany rozcieńczenia, odpowiadające zasilaniu w przedziale 58–128 mm/rok, tj. najniższemu wskaźnikowi zmian podziemnego zasilania rzek ( $N = 2$ ) przy średnim wieloletnim zasilaniu 97,8 mm/rok (Orsztynowicz, 1988).



**Rys. 61. Schemat przewidywanych zmian stężeń zanieczyszczeń w wodach podziemnych wrażliwych na skutki naturalnych zmian klimatycznych, w ujęciu dłuższym niż obligatoryjny, 6-letni cykl obserwacji**

Z przeprowadzonych interpretacji wynikają następujące wnioski:

- dostępne dane wskazują na dużą zgodność występowania zagrożeń hydrogeologicznych, które pojawiają się cyklicznie i w określonych regionach kraju,
- zmiany zasilania wód podziemnych mogą mieć wpływ na ustalenie poziomu referencyjnego dla stanu ilościowego i chemicznego JCWPd i dorzeczy,
- dane mogą wpływać na ustalenie reprezentatywnego okresu obserwacji (tzw. miarodajnego wielolecia),
- wyniki wskazują na konieczność ustalenia reprezentatywności wyznaczanych punktów monitoringu wód podziemnych.

Przedstawiona analiza danych w postaci wykresów wahań stanu zwierciadła wód podziemnych (rys. 60) i ich synchronizacja ze zmianami odpływu podziemnego o prawdopodobieństwie  $p = 5\%$  wskazuje na: cykliczne występowanie przejściowych okresów zagrożeń związanych ze zmniejszaniem się dostępnych zasobów wód podziemnych, konieczność okresowych ograniczeń w poborze wód podziemnych, potrzebę uwzględnienia wieloletnich trendów zmian położenia zwierciadła wody oraz zmian stężenia substancji, które mogą wpływać na ocenę stanu chemicznego.



## 8. Porównanie dotychczasowych metod i ocen stanu jednolitych części wód podziemnych

Zakres przedstawionych w opracowaniu pomiarów, wyników analiz fizykochemicznych i ich interpretacji umożliwił sporządzenie ocen stanu wód podziemnych zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. Wynika to z wymagań Ramowej dyrektywy wodnej – 2000/60/WE.

Ocena stanu wód podziemnych została po raz pierwszy opracowana przez państwową służbę hydrogeologiczną przy Państwowym Instytucie Geologicznym w 2005 r. w ramach sporządzania raportu dla Komisji Europejskiej. Była to głównie ocena ekspercka, wsparta wynikami obserwacji zwierciadła wód podziemnych i badań próbek wody z punktów krajowej sieci monitoringu jakości wód podziemnych. W latach 2000–2004 sieć krajowa obejmowała mniej niż 700 punktów i była przeznaczona do zadań nie związanych z wdrażaniem Ramowej dyrektywy wodnej. Polska nie była w tym czasie członkiem Unii Europejskiej. Zakres oznaczeń elementów fizykochemicznych wód podziemnych był również ograniczony i nie przekraczał 35 pozycji. Obowiązujące w kraju regulacje prawne nie były zharmonizowane z regulacjami unijnymi. Dopiero w 2006 r. pojawiły się znowelizowane ustawy Prawo wodne i Prawo ochrony środowiska, oraz Dyrektywa wód podziemnych (2006/118/WE).

Pod koniec 2004 r. pojawiła się pierwsza wersja jednolitych części wód podziemnych, bez rozpoznania więzi hydraulicznej z wodami powierzchniowymi i systemów krążenia wód podziemnych (Nowicki i in., 2004; Hordejuk i in., 2007; Kazimierski B. i in., 2007; Nowakowski, Nowicki, 2007;). Dopiero w 2007 r. podjęto prace nad konstrukcją modeli koncepcyjnych JCWPd. Określony został czas przebywania wód podziemnych w ośrodku skalnym na podstawie składu izotopowego wód oraz uzyskano dokładniejszy obraz punktowych i obszarowych ognisk zanieczyszczeń warstw wodonośnych (Nowicki, 2004–2006). W pierwszej „Ocenie...” z 2005 r. nie dysponowano opracowaniami na temat antropopresji, a pobór wód w podziale na JCWPd nie był znany. Prezentowane obecnie wyniki rozpoznania stanu chemicznego i ilościowego poparte są rozpoznaniem wymienionych powyżej zagadnień, chociaż nie wszystkie prace zostały zakończone.

W tabeli 9 przedstawiono wyniki oceny stanu chemicznego oraz stanu ilościowego wykonane w układzie JCWPd w latach 2005–2008. Dane o ocenie stanu chemicznego oraz stanu ilościowego były także podstawą przedstawienia rekomendacji dla czterdziestu JCWPd o stanie słabym lub zagrożonym do monitoringu operacyjnego stanu chemicznego i/lub stanu ilościowego. Wyniki rekomendacji przedstawiono w tabeli 9.

Biorąc pod uwagę obecną rozbudowę sieci monitoringowych, obejmujących wszystkie JCWPd w dorzeczach, oraz fakt ukończenia dla nich modeli koncepcyjnych, można przyjmować, że dokładniejszy obraz stanu chemicznego i ilościowego wód podziemnych powinien powstać w kolejnej ocenie w 2011 r.



**Tabela 9. Ocena stanu chemicznego oraz stanu ilościowego wód podziemnych w obszarach JCWPd i w dorzeczach według badań wykonanych w 2007 roku na tle ocen sporządzonych w latach 2005–2008, rekomendacje JCWPd do monitoringu operacyjnego wód podziemnych.**  
 \*Według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008, Dz. U. nr 143, poz.896

Numer JCWPd	Powierzchnia JCWPd, km <sup>2</sup>	Dorzeczca	Stratygrafia poziomów wodonosnych występujących na obszarze JCWPd	Ocena stanu JCWPd w latach 2005 – 2008							Rekomendacje JCWPd do monitoringu	
				III.2005 ilość +chem	V.2007 chem	VI.2007 chem	XI.2008* chem _v_0	XI.2008* chem _fin_1	XI.2008* ilość _fin_1	V.2007 ilość	MONITORING OPERACYJNY	MONITORING BADAWCZY
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	42.06	Odra	Q <sub>(1-2)</sub> -(K <sub>1</sub> ), K <sub>2</sub>	2	2	2	2	2	2	21	M_op3	M_b
2	987.69	Odra	Q <sub>(1-2)</sub> -(K <sub>1</sub> ), K <sub>2</sub>	1	2	1	1	1	1	1		M_b
3	630.08	Odra	Q <sub>(1-2)</sub> , (M), (K <sub>2</sub> ), (K <sub>2</sub> )	1	1	1	1	1	1	1		M_b
4	121.25	Odra	Q <sub>(1-2)</sub> , (K <sub>2</sub> ), (K <sub>2</sub> )	1	1	1	1	1	1	1		
5	214.04	Odra	Q <sub>(1-2)</sub> , (K <sub>1</sub> )	1	3	2	1	1	1	1		M_b
6	1184.55	Odra	Q <sub>(1-2)</sub> , J, (J <sub>1</sub> )	1	1	1	1	1	1	1		2
7	2304.41	Odra	Q <sub>(2)</sub> , (TrM), (TrM)	1	1	1	1	1	1	1		M_b
8	2845.67	Odra	Q <sub>(1-2)</sub> , (Q-K), (K), (K <sub>1</sub> ), (Q-J), (J)	1	1	1	1	1	1	1		
9			Q <sub>(1-2)</sub> , (Q <sub>1</sub> ), (Q-TrM), (TrM), (TrM); (Q-TrOI), (TrOI), (Q-J), (J) (J <sub>1</sub> )	1	1	2	1	1	1	1		
10	4073.15	Odra	Q <sub>(1-2)</sub> , (Q-TrM), (TrM), (K <sub>2</sub> ), (K <sub>2</sub> )	1	1	1	1	1	1	1		
11	2560.12	Odra	Q <sub>1-3</sub> - (Ng), (Pg), (K <sub>1</sub> )	1	1	1	1	1	1	1		
12	4097.22	Wisła	Q <sub>2</sub> , (Pg) - K <sub>1</sub>	2	2	2	2	2	2	1	M_op1	
13	278.99	Wisła	Q <sub>(1-3)</sub> , (Ng), (Pg), K	1	1	1	1	1	1	1		
14	2818.21	Wisła	Q <sub>(2)</sub> , - K	2	2	2	1	1	2	21	M_op3	
15	30.94	Wisła	Q <sub>1</sub> , (Ng-Pg), K <sub>1</sub>	1	1	2	1	1	1	21	M_op1	M_b
16	503.29	Wisła	Q <sub>1</sub> - (Ng+Pg) - K <sub>1</sub>	2	1	1	1	1	1	21	M_op1	M_b
17	890.23	Wisła	Q <sub>(2)</sub>	1	2	2	2	2	2	1	M_op1	
18	56.75	Wisła	Q <sub>(1-2)</sub> - Pg - K <sub>1</sub>	1	3	2	3	1	1	1		M_b
	338.28	Wisła		1	2	2	3	1	1	1		M_b

Numer JCWPd	Powierzchnia JCWPd, km <sup>2</sup>	Dozręcza	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Ocena stanu JCWPd w latach 2005 – 2008							Rekomendacje JCWPd do monitoringu		
				III.2005 ilość +chem	V.2007 chem	VI.2007 chem	XI.2008* chem _v_0	XI.2008* chem _fin_1	XI.2008* ilość _fin_1	V.2007 ilość	MONITORING OPERACYJNY M_op...	MONITORING BADAWCZY M_b	
													5
1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13
19	3996.55	Wisła	Q <sub>1-2</sub> , Pg	1	1	1	1	1	1	1	1		
20	6089.29	Pregola	Q <sub>2-3</sub> , Pg <sub>2</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1		
21	1176.25	Pregola	Q <sub>2</sub>	21	1	1	1	1	1	1	21	M_op1	
22	1152.12	Pregola	Q <sub>2</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1		
23	1965.47	Niemien	Q <sub>(2-3)</sub> , Pg <sub>(1-2)</sub> , K	1	1	1	1	1	1	1	1		
24	2907.20	Odra	Q <sub>(1-3)</sub> , (Q-M), (M <sub>1-2</sub> ), (M <sub>2</sub> ), (K <sub>2</sub> )	1	1	2	1	1	1	1	1		M_b
25	1412.07	Odra	Q <sub>(1-3)</sub> , (M), (M <sub>2</sub> ), (K <sub>2</sub> )	21	1	1	1	1	1	1	1	M_op1	M_b
26	515.42	Odra	Q <sub>(1-3)</sub> , (Q-TrM), (M <sub>1-2</sub> ), (M <sub>2</sub> )	1	2	2	2	2	2	1	1	M_op1	M_b
27	3288.55	Odra	Q <sub>(1-2)</sub> , TrM <sub>(1)</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1		
28	4943.69	Odra	Q <sub>(1-2)</sub> - M, (OI) - (J <sub>3</sub> /J <sub>2</sub> )	1	1	1	1	1	1	1	1		
29	1687.30	Wisła	Q <sub>2</sub> , Ng	1	1	1	1	1	1	1	1		
30	3942.81	Wisła	Q <sub>1-3</sub> , (Pg), K	1	1	2	2	1	1	1	1		M_b
31	1033.82	Wisła	Q <sub>1-2</sub> - (Ng) - (Pg), K	1	1	2	1	1	1	1	1		M_b
32	1102.54	Wisła	Q <sub>1-2</sub> , Pg - K	1	2	1	2	1	1	1	1		
33	3985.40	Wisła	Q <sub>1-2</sub> , Ng	1	1	1	1	1	1	1	1		
34	7106.56	Wisła	Q <sub>1-2</sub> , Pg, K	1	1	1	1	1	1	1	1		
35	663.54	Odra	Q, (TrM), K	1	3	2	3	1	1	1	1		M_b
36	5033.40	Odra	Q, TrM	1	1	2	2	2	2	1	1	M_op1	M_b
37	2949.43	Wisła	Q <sub>1-2</sub> , Ng, K	1	1	1	1	1	1	1	1		M_b
38	395.29	Wisła	Q <sub>1-2</sub> , Ng, K	1	1	1	1	2	2	1	1	M_op1	M_b
39	785.30	Wisła	Q, K <sub>2</sub>	21	3	2	1	1	1	1	1	M_op1	M_b
40	7539.77	Wisła	Q <sub>1-3</sub> , (Pg), K	1	1	2	1	1	1	1	1		
41	1030.95	Odra	Q <sub>(1-2)</sub> , TrM <sub>(1-2)</sub> , K <sub>2</sub>	1	1	2	1	1	1	1	1		M_b
42	4711.19	Odra	Q <sub>(1-2)</sub> , TrM	1	1	1	1	1	1	1	1		M_b

Numer JCWPd	Powierzchnia JCWPd, km <sup>2</sup>	Doizęcza	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Ocena stanu JCWPd w latach 2005 – 2008							Rekomendacje JCWPd do monitoringu												
				III.2005 ilość +chem	V.2007 chem	VI.2007 chem	XI.2008* chem _v_0	XI.2008* chem _fin_1	XI.2008* ilość _fin_1	V.2007 ilość	MONITORING OPERACYJNY M_op...	MONITORING BADAWCZY M_b											
													5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	2	3	4																				
43	4023.14	Odra	(Q) – TrM, (K)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	M_b		
44	305.78	Wisła	Q – (Ng), K <sup>Z</sup>	21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	M_op1	M_b	
45	1375.71	Wisła	Q, (Ng), J	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	M_b	M_b	
46	635.06	Wisła	Q, Ng	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		2	
47	2774.62	Wisła	Q <sub>(1-2)</sub> , (M <sub>(1-2)</sub> ) – OI – K <sup>Z</sup> , J <sup>Z</sup>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	M_op2	M_b
48	7730.41	Wisła	Q <sub>(1-3)</sub> , (M), OI, K <sup>Z</sup>	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
49	593.92	Wisła	Q <sub>(1-2)</sub> , Pg	21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
50	6144.09	Wisła	Q <sub>(3)</sub> , TrM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
51	3236.35	Wisła	Q <sub>(2-3)</sub> , TrM-OI, (K)	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
52	2251.53	Wisła	Q <sub>(1-2)</sub> , (TrM), TrOI <sub>(1-2)</sub> – K <sup>Z</sup>	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	M_b	M_b
53	672.11	Wisła	Q <sub>(2-3)</sub> – M – OI	21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	M_op1	M_b
54	8699.42	Wisła	Q <sub>(1-3)</sub> , (TrM), (TrOI), (K)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	M_b	M_b
55	6110.09	Wisła	Q <sub>(1-3)</sub> , (TrOI), (K)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
56	505.61	Niemien	Q <sub>(1-3)</sub> , (Tr) – K	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
57	344.31	Wisła	Q <sub>(2-3)</sub> , Tr, K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	M_b	M_b
58	200.43	Wisła	Q – Tr, K	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	M_b	M_b
59	1131.12	Odra	Q <sub>(1-2)</sub> , TrM <sub>(1)</sub> , (K <sup>Z</sup> )	1	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	M_b	M_b
60	661.35	Odra	Q <sub>(1-2)</sub> , TrM	1	3	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	M_b	M_b
61	2183.23	Odra	(Q), TrM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	M_b	M_b
62	3219.41	Odra	(Q), TrM	21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	M_op1	M_b
63	1042.70	Odra	(Q), TrM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	M_b	M_b
64	1849.67	Odra	Q – (TrM) – K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	M_b	M_b
65	807.22	Wisła	Q, TrM, TrOI, K <sup>Z</sup>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	M_b	M_b
66	1849.07	Odra	Q, TrM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	M_b	M_b
67	843.91	Odra	(Q) <sub>(1-2)</sub> , (M) <sub>(1-3)</sub> , TrOI – Tr <sup>Z</sup>	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	M_op1	

Numer JCWPd	Powierzchnia JCWPd, km <sup>2</sup>	Dozręcza	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Ocena stanu JCWPd w latach 2005 – 2008							Rekomendacje JCWPd do monitoringu		
				III.2005 ilość +chem	V.2007 chem	VI.2007 chem	XI.2008* chem _v_0	XI.2008* chem _fin_1	XI.2008* ilość _fin_1	V.2007 ilość	MONITORING OPERACYJNY M_op...	MONITORING BADAWCZY M_b	
													5
1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13
68	874.18	Odra	(Q), (PI), TrM <sup>(2-3)</sup> , TrOI – T <sub>1</sub> <sup>2</sup>	21	2	1	1	1	1	1	1	M_op1	
69	3709.07	Odra	(Q) <sub>(1-2)</sub> , (TrPI), M <sup>(2-3)</sup> , (TrOI) – T <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1	1	1	1	1	1	1	2		
70	1215.49	Odra	(Q) <sub>(1-2)</sub> , M <sup>(2-3)</sup> , (OI), T <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1	1	1	1	1	1	1	2		
71	1984.75	Odra	Q – M <sup>(1-2)</sup> , (OI)	1	1	1	1	1	1	1	1		M_b
72	575.00	Odra	(Q), M	1	1	2	1	1	1	1	1		M_b
73	3580.83	Odra	(Q), M	21	1	1	2	2	2	1	1	M_op1	M_b
74	4320.21	Odra	Q, M <sup>(1-2)</sup>	21	1	1	1	1	1	1	1	M_op1	M_b
75	1631.12	Odra	(Q) <sub>(1-2)</sub> , M <sup>(1-4)</sup>	1	1	1	1	1	1	1	2		1
76	1379.56	Odra	(Q) <sub>(1-2)</sub> , TrM <sup>(1-3)</sup> , T <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1	1	1	1	1	1	1	1		M_b
77	5082.46	Odra	Q, (TrM), (J)	1	1	1	1	1	1	1	1		
78	2430.76	Odra	(Q), (TrM), K	1	1	1	1	1	1	1	2		M_b
79	2623.02	Odra	Q, K	1	1	1	1	1	1	1	2		
80	5230.70	Wisła	Q <sub>(1-2)</sub> – (TrM) – J <sub>3</sub> (K)	1	1	1	1	1	1	1	1		M_b
81	3224.22	Wisła	Q <sub>(1-3)</sub> , (TrM), OI	1	1	2	1	1	1	1	1		M_b
82	2731.40	Wisła	Q, Ng, K <sub>2</sub> , K <sub>1</sub> , J <sub>3</sub>	1	1	1	1	1	1	1	1		
83	3295.23	Wisła	Q <sub>(1-2)</sub> , (TrM), OI – K	1	1	1	2	2	1	1	1		M_b
84	3266.88	Wisła	(Q – Tr), (Q – K), (K)	1	1	1	1	1	1	1	1		M_b
85	4070.23	Wisła	Q – (Tr), (K)	1	1	1	1	1	1	1	1		
86	1168.91	Wisła	Q <sub>(1-2)</sub> , (Tr), K	1	1	1	1	1	1	1	1		M_b
87	1841.46	Wisła	(Q <sub>(1-2)</sub> – K), K	1	1	1	1	1	1	1	2		M_b
88	554.67	Odra	(Q) <sub>(1-3)</sub> , (TrM) <sub>(1-2)</sub> , (Pz-Pt)	2	1	1	1	1	1	1	1	M_op1	
89	134.38	Odra	(Q), (TrM) <sub>(1-3)</sub> , (Pz-Pt)	1	2	2	3	1	1	1	21		
90	2805.31	Odra	(Q), (TrM) <sub>(1-3)</sub> , (Pz-Pt)	1	1	1	1	1	1	1	1		
91	959.92	Odra	Q, K <sub>(1-2)</sub> , (T), (P)	1	1	1	1	1	1	1	1		

Numer JCWPd	Powierzchnia JCWPd, km <sup>2</sup>	Dozręczność	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Ocena stanu JCWPd w latach 2005 – 2008							Rekomendacje JCWPd do monitoringu	
				III.2005 ilość +chem	V.2007 chem	VI.2007 chem	XI.2008* chem _v_0	XI.2008* chem _fin_1	XI.2008* ilość _fin_1	V.2007 ilość	do monitoringu	
											MONITORING OPERACYJNY M_op...	MONITORING BADAWCZY M_b
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
92	457.63	Odra	(Q), (TrM <sub>(1-3)</sub> ), (Pz-Pt)	1	2	2	2	2	1	1	M_op1	
93	4255.31	Odra	Q <sub>(1-2)</sub> , (TrM <sub>1-2</sub> ), (T <sub>1</sub> )	1	1	1	1	1	1	1		
94	2078.19	Odra	Q, (Ng), (J2), (J1), (T2)	1	1	1	1	1	1	1		
95	2755.20	Odra	Q <sub>(1,2)</sub> , (K <sub>2,1</sub> ), J <sub>3</sub> , (J <sub>2</sub> ), (J <sub>1</sub> )	1	1	1	1	1	1	1		
96	2415.78	Odra	Q, K2, K <sub>1</sub> , J <sub>3</sub>	1	1	1	1	1	1	21		
97	3217.84	Wisła	Q, Ng, K <sub>2</sub>	1	1	1	1	1	1	1		
98	2901.62	Wisła	Q, J <sub>3</sub> , J <sub>2</sub> , J <sub>1</sub> , T <sub>3</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>1</sub>	1	1	1	1	1	1	1		
99	1405.50	Wisła	Q, Ng, Pg, K2, K <sub>1</sub> , J <sub>3</sub> , J <sub>2</sub> , J <sub>1</sub>	1	1	1	1	1	1	1		
100	1126.48	Wisła	Q, J <sub>3</sub> , J <sub>2</sub> , J <sub>1</sub>	1	1	1	1	1	1	2		
101	1483.63	Wisła	Q, J <sub>2</sub> , J <sub>1</sub> , T <sub>3</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>1</sub> , P <sub>3</sub> , D <sub>2,3</sub>	1	1	2	1	1	1	1		
102	2224.25	Wisła	Q, Ng, K2, J <sub>3</sub>	1	1	1	1	1	1	2		
103	325.80	Wisła	Q, J <sub>3</sub> , J <sub>2</sub>	1	1	1	1	1	1	1		
104	323.63	Wisła	Q, K2, J <sub>3</sub>	1	3	2	3	1	1	1		
105	163.03	Wisła	K2	1	3	2	3	1	2	1	M_op2	
106	2179.66	Wisła	(Q-K), K	1	1	1	1	1	1	1		
107	5326.24	Wisła	(Q-K), K	1	1	1	1	1	1	2		
108	1054.85	Wisła	(Q-K), K	1	1	1	1	1	1	1		
109	3030.66	Wisła	(Q-K), K	1	1	1	1	1	1	1		
110	990.59	Odra	(Q-Pz-Pt), (K2-Pz-Pt), (Pz)	1	1	1	2	1	1	1		
111	215.64	Łaba	(Q-Pz-Pt), (Pz-Pt)	1	1	1	1	1	1	1		
112	1289.45	Dunaj	(Q-Pz), (Pz-Pt), (Pz)	1	1	1	1	1	1	1		
113	863.57	Odra	(Q), (Pz-Pt)	1	2	1	1	1	1	1		

Numer JCWPd	Powierzchnia JCWPd, km <sup>2</sup>	Dorzeczność	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Ocena stanu JCWPd w latach 2005 – 2008						Rekomendacje JCWPd do monitoringu		
				III.2005 ilość +chem	V.2007 chem	VI.2007 chem	XI.2008* chem _v_0	XI.2008* chem _fin_1	XI.2008* ilość _fin_1	V.2007 ilość	MONITORING OPERACYJNY M_op...	MONITORING BADAWCZY M_b
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
114	5276.81	Odra	(Q), (TrM <sub>(1-3)</sub> )	1	1	1	1	1	1	1		
115	238.63	Odra	(Q <sub>(1-2)</sub> ), (TrM <sub>(1-2)</sub> ), (Pz-Pt)	1	1	1	1	1	1	1		
116	2921.25	Odra	Q, (K <sub>(1-2)</sub> ), T <sub>(1-2)</sub> , P, C, D	21	1	2	1	1	1	1	M_op1	
117	211.05	Wisła	(Q), T <sub>2</sub> , (T1), (D)	1	1	1	1	1	1	1		
118	444.48	Odra	(Q), (J2), J <sub>1</sub> , T <sub>2</sub>	1	1	1	1	1	1	1		
119	478.29	Wisła	Q, (K), J <sub>3</sub> , (T <sub>2</sub> )	1	1	1	1	1	1	1		
120	2040.06	Wisła	Q, K2, J <sub>3</sub>	1	1	2	2	1	1	1		
121	1935.46	Wisła	Q, J <sub>3</sub> , T <sub>3</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>1</sub> , P <sub>3</sub> , D <sub>2,3</sub>	1	1	1	1	1	1	2		
122	1740.45	Wisła	Q, J <sub>3</sub> , T <sub>3</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>1</sub> , P <sub>3</sub> , D <sub>2,3</sub>	1	1	1	1	1	2	1	M_op2	
123	539.02	Wisła	Q, D <sub>2</sub>	1	1	1	1	1	2	1	M_op2	
124	148.09	Wisła	(Ng), J <sub>3</sub>	1	3	2	1	1	2	1	M_op2	
125	639.17	Wisła	Q, Ng	2	2	2	1	1	2	1	M_op3	
126	1878.84	Wisła	Q <sub>(1-2)</sub>	1	1	1	1	1	1	1		
127	8933.08	Wisła	Q, K	1	1	1	1	1	1	1		
128	833.39	Odra	Q, (Ng), C1	21	2	2	2	2	1	1	M_op1	
129	1350.74	Odra	(Q), (Ng), C	1	1	1	1	1	1	21		
130	416.91	Odra	(Q), T <sub>2,1</sub> , C <sub>1</sub>	2	1	1	1	1	2	21	M_op3	
131	76.34	Odra	(Q), T <sub>2</sub>	1	1	1	1	1	2	1	M_op2	
132	175.40	Wisła	Q, T <sub>2</sub> , (T <sub>1</sub> ), (C <sub>3</sub> )	2	2	2	2	2	1	21	M_op1	
133	460.21	Odra	(Q), C	2	2	2	1	1	1	21	M_op1	
134	563.79	Wisła	Q <sub>(1-3)</sub> , C <sub>3</sub> (1-5)	2	2	2	1	1	2	21	M_op3	
135	684.31	Wisła	Q, J <sub>3</sub> , (J <sub>2</sub> ), T <sub>2</sub> , D	1	1	1	1	1	1	1		
136	287.13	Wisła	Q <sub>(1-2)</sub> , (K <sub>2</sub> ), J <sub>3</sub> , T <sub>2</sub> , (C <sub>3</sub> ), (D)	1	1	1	1	1	1	1		
137	1029.72	Wisła	K <sub>2</sub> , J <sub>3</sub>	1	3	2	3	1	2	1	M_op2	
138	862.38	Wisła	Q, K <sub>2</sub>	1	3	2	2	1	2	21	M_op2	

Numer JCWPd	Powierzchnia JCWPd, km <sup>2</sup>	Dorzeczność	Stratygrafia poziomów wodonośnych występujących na obszarze JCWPd	Ocena stanu JCWPd w latach 2005 – 2008						Rekomendacje JCWPd do monitoringu		
				III.2005 ilość +chem	V.2007 chem	VI.2007 chem	XI.2008* chem _v_0	XI.2008* chem _fin_1	XI.2008* ilość _fin_1	V.2007 ilość	MONITORING OPERACYJNY M_op...	MONITORING BADAWCZY M_b
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
139	3662.80	Wisła	Q, Ng	1	1	1	1	1	1	1		
140	734.77	Odra	Q <sub>(1-2)</sub> , Ng, C <sub>3</sub>	1	1	1	1	1	1	1		
141	269.95	Wisła	(Q <sub>(1-2)</sub> ), (T), C <sub>3</sub>	2	1	1	1	1	2	21	M_op3	
142	863.71	Wisła	Q, (Ng), (T), C <sub>3</sub>	1	3	2	3	1	1	1		
143	686.03	Wisła	(Q), K <sub>(2-3)</sub>	1	1	1	1	1	1	21		
144	56.88	Odra	Pg – K <sub>(2)</sub>	1	3	2	3	1	1	1		
145	24.58	Dunaj	(Pg – K <sub>2</sub> ), (K <sub>(2)</sub> )	1	3	2	3	1	1	1		
146	217.54	Wisła	(Q), T <sub>2,1</sub> , C <sub>3</sub>	2	2	2	2	2	1	21	M_op1	
147	36.26	Wisła	(Q), (T <sub>2,1</sub> ), C <sub>3</sub>	1	2	2	1	1	1	21		
148	339.78	Wisła	Q, (Ng), C <sub>3</sub>	1	3	2	1	1	2	21	M_op2	
149	100.17	Wisła	Q, T <sub>2</sub> , P, C <sub>3</sub>	1	3	2	1	1	2	1	M_op2	
150			(Q), K <sub>2</sub> , (K <sub>1,3</sub> ), J <sub>3</sub> , (T <sub>2,1</sub> ), (T <sub>1</sub> ), (D), (Pz)	1	1	1	1	1	1	1		
151	884.37	Wisła	(Q), J, T, C	1	1	1	1	1	1	21		
152	264.93	Wisła	(Q) – (Pg – K) <sub>(2)</sub> , K	1	1	1	1	1	1	1		
153	2369.90	Wisła	(Q), (Pg <sub>(2-3)</sub> ), K	1	1	1	1	1	1	1		
154	3522.20	Wisła	(Q), Pg <sub>(2-3)</sub>	1	1	2	2	1	1	1		
155	1993.46	Wisła	(Q <sub>(1-2)</sub> ), Pg, T	1	1	2	2	1	1	1		
156	790.88	Wisła	Q – Pg, J, T	1	1	1	1	1	1	1		
157	196.69	Wisła	(Q), Pg <sub>(2-3)</sub> – K	1	1	1	1	1	1	1		
158	4420.60	Wisła	(Q), (Pg K <sub>(2-3)</sub> ), K	1	1	1	2	1	1	1		
159	3811.30	Wisła	(Q), Pg <sub>(2-3)</sub>	1	3	2	3	1	1	1		
160	233.03	Dniestr	(Q), Pg <sub>(2-3)</sub>	1	1	1	1	1	1	1		
161	827.21	Wisła	(Q), Pg <sub>(3)</sub>	1	1	1	1	1	1	1		
161	359.62	Dunaj	(Q), (M), Pg <sub>(2-3)</sub>	1	3	2	2	1	1	1		

### Objaśnienia:

- Stan chemiczny/ilościowy JCWPd: **1** = dobry; **2** = słaby, **21** = słaby – potencjalnie zagrożony, **3** = brak punktów monitoringu stanu chemicznego wód podziemnych na obszarze JCWPd
- III 2005 CHEM\_ILOŚĆ -ocena stanu ilościowego i chemicznego JCWPd (wg Raportu do KE)
- V 2007 CHEM – ocena stanu chemicznego JCWPd na podstawie analiz próbek wód '2005 z obszaru JCWPd (wg Analiza presji... – IMGW/PIG/IOŚ – maj 2007)
- Vi 2007 CHEM – wstępna ocena stanu chemicznego JCWPd na podstawie analiz próbek wód '2006 z obszaru JCWPd (PIG – czerwiec 2007)
- XI 2008 CHEM\_FIN\_0 – wstępna ocena\* stanu chemicznego JCWPd na podstawie uśrednionych analiz próbek wód '2007 z obszaru poszczególnych JCWPd (PIG – listopad 2008)  
\* – według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008, Dz. U. nr 143, poz. 896
- XI 2008 CHEM\_FIN\_1 – ocena końcowa\* stanu chemicznego JCWPd na podstawie analiz próbek wód '2007 z obszaru JCWPd (PIG – listopad 2008)
- XI 2008 ILOŚĆ\_FIN\_1 – ocena\* końcowa stanu ilościowego JCWPd (PIG – listopad 2008),
- V 2007 ILOŚĆ ocena stanu ilościowego JCWPd (wg Opracowania analizy presji... – IMGW/PIG/IOŚ, maj 2007)
- Rekomendacje JCWPd do monitoringu ze względu na: stan chemiczny (M\_op1 T1); stan ilościowy (M\_op1 T2); stan chemiczny oraz stan ilościowy (M\_op1 T3) – PIG, listopad '2008
- Rekomendacje JCWPd do monitoringu badawczego (M\_b) – PIG, listopad '2008
- Dorzecza: PI 01↔Dorzecze Wisły; PI 02↔Dorzecze Odry; PI 03↔Dorzecze Dniestru; PI 04↔Dorzecze Dunaju; PI 05↔Dorzecze Jarft; PI 06↔Dorzecze Łaby; PI 07↔Dorzecze Niemna; PI 08↔Dorzecze Pregoty; PI 09↔Dorzecze Świeżej; PI 10↔Dorzecze Ucker
- **Stratygrafia poziomów wodonośnych** (Q – Czwartorzęd, Tr – Trzeciorzęd, K- Kreda, J – Jura, T – Trias, P – Perm, C – Karbon, D – Devon, O – Ordowik, S – Sylur, P t- 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); **(TrM Z)**, **(K Z)** – indeks górny **(Z)** oznacza stwierdzone zasolenie poziomu lub piętra wodonośnego. (Nowicki Z. i in., PIG-PSH, '2007)





## 9. Zagadnienia presji i istotnych oddziaływań na wody podziemne

Do oceny stanu ilościowego i chemicznego JCWPd zastosowano następujące kryteria:

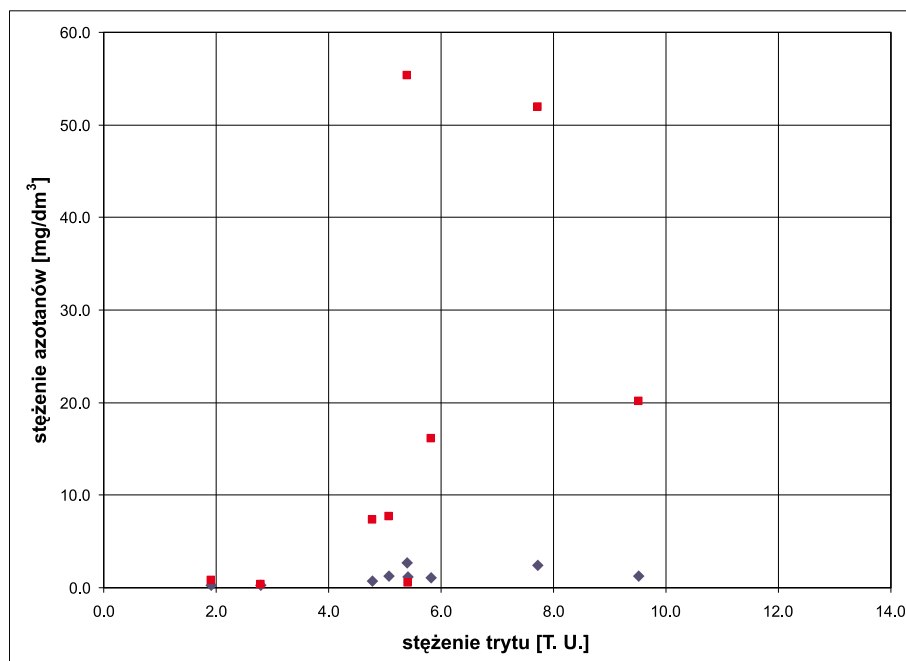
- priorytetowe cele środowiskowe, ustalone dla obszarów chronionych – ekosystemów wodnych i lądowych o dużych potrzebach wodnych,
- priorytetowe cele społeczne i gospodarcze, przyjęte dla obszarów chronionych, o dużych zasobach dyspozycyjnych i wysokiej ich odnawialności oraz z punktu widzenia źródeł zaopatrzenia w wodę do picia i do produkcji żywności,
- warunki hydrogeologiczne JCWPd decydujące o odnawialności zasobów, dynamice i drenażu wód podziemnych oraz o geometrii poziomów wodonośnych i izolujących,
- presje – koncentracja punktów poboru i drenażu wód podziemnych (ujęć lub systemów odwodnieniowych) mogących znacząco oddziaływać na stan ilościowy wód podziemnych. Ich oddziaływanie dotyczy głównie zmian bilansu wodnego rejonu, obniżenia zwierciadła lub kierunku przepływu wód podziemnych,
- oddziaływania na stan ilościowy wód podziemnych:
  - ✓ zmiany bilansu wód podziemnych wynikające ze zmian poboru i zasobów dostępnych do zagospodarowania, antropogeniczne zmiany warunków infiltracji opadów i wynikając stąd zmiany odnawialności zasobów,
  - ✓ zmiany położenia zwierciadła wód podziemnych,
  - ✓ zmiany kierunków przepływu wód podziemnych.

Do oceny stanu chemicznego JCWPd przyjmowano analogiczne trzy pierwsze kryteria, następne natomiast zostały zmienione:

- presje
  - ✓ wynikające z emisji lub uwolnień zanieczyszczeń mogących przedostawać się i migrować w wodach podziemnych w strefie koncentracji przedsięwzięć potencjalnie lub czynnie uciążliwych dla środowiska wód podziemnych,
  - ✓ powodowane przez infiltrację, ingresję lub ascensję wód słonych lub zanieczyszczonych, które mogą przedostać się lub przenikają do ośrodka wodonośnego przez przerwane warstwy izolacyjne oraz w następstwie zmian gradientów hydraulicznych,
- oddziaływania na stan chemiczny wód podziemnych:
  - ✓ zmiany zawartości substancji priorytetowych w wodach podziemnych,
  - ✓ zmiany parametrów fizykochemicznych wód podziemnych,
- zmiany stanu chemicznego wód podziemnych:
  - ✓ zmiany stanu chronionych ekosystemów wodnych i lądowych zależnych od wód podziemnych (zmiany flory i fauny, walorów gospodarczych i inne),
  - ✓ zmiany hydrogeochemiczne w rejonie punktów poboru wód podziemnych służących do zaopatrzenia w wodę do celów konsumpcyjnych i do produkcji żywności.

Presje obszarowe sprowadzają się głównie do oddziaływania rolnictwa i górnictwa oraz dużego poboru wód podziemnych na ujęciach komunalnych. W zakresie oddziaływania

rolnictwa uzyskano bardzo interesujące wyniki z analizy porównawczej rozkładu średnich zawartości trytu i stężeń azotanów (rys. 62).



**Rys. 62. Średnie stężenia azotanów w funkcji średnich stężeń trytu. Kolor czerwony oznacza obszary szczególnie narażone (ok. 120 próbek), czarny – obszary poza OSN**

Wykres został sporządzony na podstawie średnich wartości stężeń azotanów (warunki naturalne) i trytu, oznaczonych w próbkach wody pochodzących z punktów monitoringowych zafiltrowanych w przedziałach głębokości: 10,1–15,0; 15,1–20,0; 20,1–25,0; 25,1–30,0; 30,1–35,0; 35,1–40,0; 40,1–45,0; 45,1–50,0 i >50,1 m. Surowe dane dotyczące wartości stężeń azotanów i trytu oraz głębokość poboru próbki wody zostały poddane selekcji oraz ocenie wiarygodności.

Najwyższe stężenia azotanów występują w wodach z warstw wodonośnych ujmowanych na głębokości 10–20 m, co odpowiada wodom o „wieku” ok. 25–35 lat, które infiltrowały do systemu wodonośnego w latach 70. i 80. XX w. Wody starsze i młodsze od podanych zawierają zdecydowanie mniej azotanów, co pokrywa się z krzywą zużycia nawozów w Polsce w ostatnich 50 latach.

W warunkach Polski drugim komponentem obszarowego oddziaływania na zasoby wód podziemnych jest górnictwo (odwodnienia). Korzystanie z wód pochodzących z odwodnienia obiektów lub wykopów budowlanych oraz zakładów górniczych jest regulowane prawnie przez ustawę. Prawo wodne z dnia 18 lipca 2001 r. (Dz. U. z 2001 r. poz. 1229 Nr 115, z późn. zm.). Wody podziemne o mineralizacji powyżej 1000 mg/l, występujące na obszarze Polski, określone są w hydrogeologii jako wody zmineralizowane i zaliczone do solanek podlegających przepisom ustawy Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. z dnia 1 marca 1994 r. Nr 27, poz. 96, z późn. zm.). Dlatego solanki i wody zmineralizowane nie są rozpatrywane w niniejszym opracowaniu.

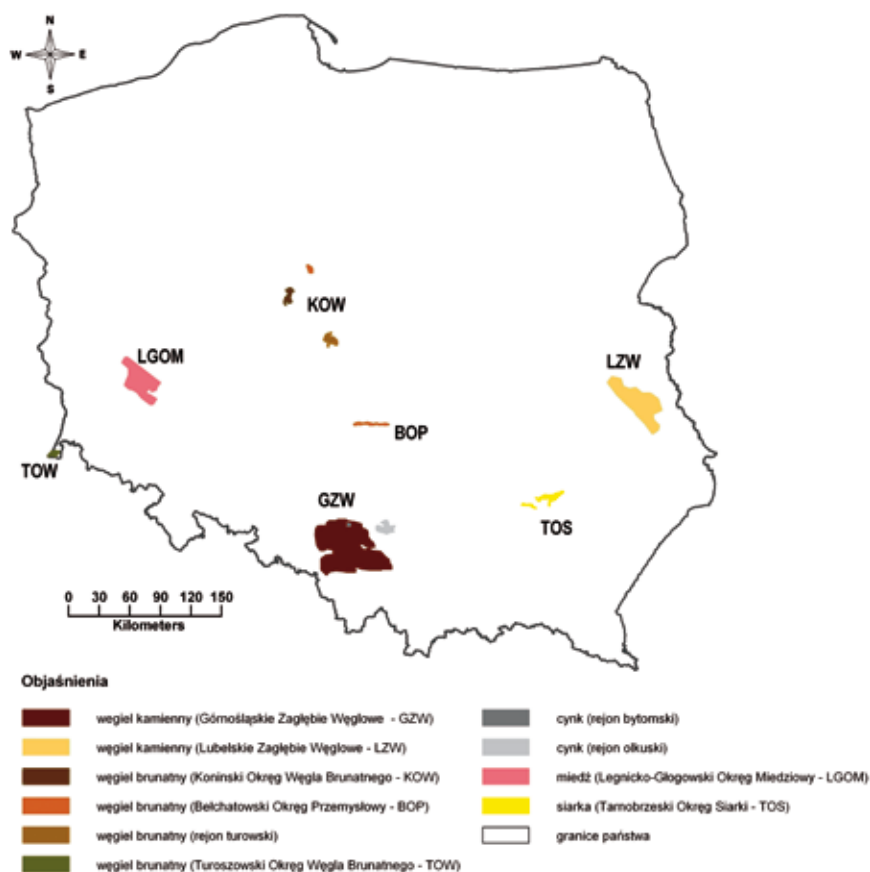
W przypadku odwodnień górniczych uwzględniono, że część poboru wód podziemnych jest związana z bezpieczeństwem wodnym kopalń – drenaż prowadzony w celu odwodnienia górotworu. Przeprowadzona analiza uwzględniła także, że odwodnienia górnicze obejmują zarówno wody słodkie (zwykle), jak i słone – zmineralizowane. Część z wydobywanych w ramach odwodnienia wód słodkich jest wykorzystywana do celów produkcyjnych i zaopatrzenia ludności. W tym zakresie wykorzystano oficjalne informacje publikowane przez Wyższy Urząd Górniczy oraz Główny Urząd Statystyczny. Odwodnienia eksploatowanego złoża kopaliny prowadzone przez zakład górniczy są w stosunku do innych użytkowników wód podziemnych zazwyczaj rozpatrywane odrębnie. W tym niniejszego opracowania przyjęto na podstawie publikacji pod redakcją Gromca (1999), że odwodnienia wyrobisk górniczych mają charakter punktowy dla kopalń odosobnionych lub obszarowy na obszarze zagłębi górniczych.

Odrębność działalności górniczej w antropopresji wynika z wielkości poboru wód podziemnych przez tę gałąź przemysłu oraz skrupulatność rejestracji ich poboru, która wiąże się z koniecznością utrzymania bezpieczeństwa kopalń w kontekście ich zagrożenia wodnego. Ilość wód podziemnych pochodzących z odwadniania zakładów górniczych wyniosła w 2007 r. ogółem 0,85 km<sup>3</sup>, w tym udział poszczególnych rodzajów kopaliny wynosi:

- węgiel kamienny ok. 40%,
- węgiel brunatny ok. 40%,
- cynk i ołów ok. 15%,
- miedź ok. 5% .

W wykorzystaniu części wód kopalnianych do celów komunalnych istotną rolę odgrywa czynnik ekonomiczny. Przy obecnym sposobie liczenia kosztów słodkie (zwykle) wody kopalniane nie są konkurencyjne dla wód z ujęć powierzchniowych (Wilk red., 2003). Odnotowuje się ich systematyczny spadek. W porównaniu do lat 90. wykorzystanie wód podziemnych z odwodnień górniczych spadło do 12,7% wielkości odwodnienia. Do celów produkcyjnych wykorzystywane jest ok. 0,15 km<sup>3</sup>/rok, tj. ok. 17 000 m<sup>3</sup>/h wód pochodzących z odwodnień wyrobisk (GUS, 2007). Z ogólnej ilości wód eksploatowanych przez kopalnie, ok. 0,7 km<sup>3</sup>/rok tj., ok. 80 000 m<sup>3</sup>/h jest zrzucane do wód powierzchniowych. Wody kopalniane traktowane są w tym przypadku jako ścieki. Na rysunku 63 przedstawione zostały obszary górnictwa podziemnego i powierzchniowego, w których prowadzone są bardzo intensywne odwodnienia górotworu, znacząco oddziałujące na stan ilościowy wód podziemnych oraz na osiągnięcie dobrego stanu, głównie chemicznego, przez wody powierzchniowe.

W analizie presji na stan ilościowy wód podziemnych został uwzględniony wpływ regionalnych czynników antropopresji na stan wód powierzchniowych i ekosystemów zależnych od wód podziemnych (Herbich i in., 2007). Poprzez regionalny wpływ antropopresji na wody podziemne rozumie się taki, który został uznany jako istotny i kwalifikujący JCWPd (lub subczęść JCWPd) do grupy o słabym stanie ilościowym wód podziemnych, ze względu na wielkoobszarowe zmiany hydrodynamiczne wód podziemnych i wywołane nimi niekorzystne zmiany stanu wód powierzchniowych i ekosystemów lądowych. W sposób syntetyczny oddziaływania na wody podziemne zostały przedstawione w tabelach 10, 11, 12, odpowiednio dla górnictwa odkrywkowego, podziemnego oraz dla dużych ujęć wód podziemnych.



Rys. 63. Okręgi górnictwa podziemnego i powierzchniowego, w których prowadzone są bardzo intensywne odwodnienia (na podstawie Wilk red., 2003)

Tabela 10. Górnictwo odkrywkowe

<b>Czynnik popresji na wody podziemne</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ odwodnienie kopalni odkrywkowej węgla brunatnego;</li> <li>✓ przemieszczenia gruntów z odkrywek na zwałowiska zewnętrzne i wewnętrzne;</li> <li>✓ rekultywacja wodna odkrywek.</li> </ul> <p>Do górnictwa odkrywkowego zaliczają się kopalnie surowców skalnych, np. kamieniołomy wapieni, dolomitów, kwarcytów i inne</p>
<b>Oddziaływanie antropopresji na wody podziemne</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ obniżenie zwierciadła wód podziemnych;</li> <li>✓ osuszenie części poziomów wodonośnych w obrębie leja depresji;</li> <li>✓ zmiany kierunków przepływu wód podziemnych;</li> <li>✓ ograniczenie aż do zaniku odpływu podziemnego do rzek.</li> <li>✓ zmiany w warunkach hydrogeologicznych (w retencji i przepływie wód podziemnych) w rejonie odkrywek, zwałowisk i wyrobisk górniczych</li> </ul>
<b>Wpływ na wody powierzchniowe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ spadek wartości przepływów niskich pochodzących z zasilania podziemnego w obrębie leja depresji;</li> <li>✓ infiltracja wód powierzchniowych w podłoże lub regulacja i uszczelnienie koryt;</li> <li>✓ obniżenie poziomu wód w jeziorach będących w związku hydraulicznym z odwadnianymi poziomami wodonośnymi;</li> <li>✓ wzrost i stabilizacja przepływów niskich w rzece poniżej zrzutu wód odwodnieniowych, zmniejszenie odpływu wód rzecznych w wyniku zużycia części wód odwodnieniowych na chłodzenie elektrowni;</li> <li>✓ zmiany chemizmu i właściwości fizycznych wód rzecznych zasilanych zrzutem wód odwodnieniowych.</li> </ul>
<b>Wpływ na ekosystemy zależne od wód podziemnych</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ spadek wilgotności aż do przesuszenia gruntów organicznych w obrębie leja depresji, powodujący ich mineralizację;</li> <li>✓ degradacja naturalnych siedlisk roślinnych i zmiany w składzie gatunkowym;</li> <li>✓ pożary torfów; degradacja siedlisk jako ostoi zwierząt.</li> </ul>

Górnictwo podziemne wydobywa bardzo duże ilości wody podziemnej w celu odwodnienia złóż i umożliwienia podziemnej eksploatacji oraz utrzymania bezpieczeństwa wodnego kopalń. Odwodnieniem są objęte poziomy izolowane lub o bardzo ograniczonej więzi hydraulicznej ze strefą szybkiego krążenia wód podziemnych. We wszystkich kopalniach podziemnych wpływ odwodnienia ma prawie zawsze zasięg regionalny, lecz ma słabo czytelne (trudno mierzalne) oddziaływanie na degradację zasobów i obniżenie poziomu zwykłych wód podziemnych (op. cit.).

W kontakcie z wodami powierzchniowymi górnictwo podziemne jest odczuwalne poprzez konstrukcje inżynierskie (uszczelnienie koryt rzecznych), będące dodatkowym zabezpieczeniem dla pracy kopalń. W takim kontekście górnictwo podziemne ma wpływ na wody powierzchniowe poprzez zrzuty wód kopalnianych i zmianę naturalnego reżimu rzek oraz na chemizm wód powierzchniowych. Wyjątek stanowią płytkie kopalnie podziemne – surowców chemicznych (minerały solne) oraz złóż cynku i ołowiu (rejon olkuski), w których sąsiedztwie dochodzi do zwiększenia lub nawet odwrócenia gradientów hydraulicznych powodujących wzmożony dopływ do strefy podziemnej, a w konsekwencji zwiększenie ładunku zanieczyszczeń odprowadzanych do wód powierzchniowych. Bardzo wrażliwymi obszarami na drenaż górnictwa podziemnego są rejony szczelinowo-krasowe, jak w przypadku kopalni cynku i ołowiu k. Olkusza.

**Tabela 11. Górnictwo podziemne**

<b>Czynnik presji na wody podziemne</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ odwodnienie wgłębnych kopalń węgla kamiennego i rud metali nieżelaznych;</li> <li>✓ podnoszenie się zwierciadła wód podziemnych w rejonie kopalń likwidowanych.</li> </ul> <p>W kopalniach otworowych notowane jest głównie lokalne pogorszenie stanu chemicznego wód podziemnych w ich sąsiedztwie</p>
<b>Oddziaływanie antropopresji na wody podziemne</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ obniżenie zwierciadła wód podziemnych,</li> <li>✓ osuszenie części poziomów wodonośnych w obrębie leja depresji;</li> <li>✓ zmiany kierunków przepływu wód podziemnych, ograniczenie aż do zaniku odpływu podziemnego do rzek;</li> <li>✓ zmiany warunkach hydrogeologicznych (retencji i przepływu wód podziemnych) w rejonie odkrywek i zwałowisk, a ponadto podniesienie zwierciadła wód gruntowych w nieckach osiadania.</li> </ul>
<b>Wpływ na wody powierzchniowe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ spadek wartości przepływów niskich pochodzących z zasilania podziemnego w obrębie leja depresji;</li> <li>✓ infiltracja wód powierzchniowych w podłoże lub regulacja i uszczelnienie koryt;</li> <li>✓ obniżenie poziomu wód w jeziorach będących w związku hydraulicznym z odwadnianymi poziomami wodonośnymi;</li> <li>✓ wzrost i stabilizacja przepływów niskich w rzece poniżej zrzutu wód odwodnieniowych, zmniejszenie odpływu wód rzecznych w wyniku zużycia części wód odwodnieniowych na chłodzenie elektrowni;</li> <li>✓ zmiany chemizmu i właściwości fizycznych wód rzecznych zasilanych zrzutem wód odwodnieniowych;</li> <li>✓ zasolenie wód powierzchniowych zrzutem wód kopalnianych;</li> <li>✓ przebudowa koryt (uszczelnianie, podnoszenie, przepompownie) w nieckach osiadania, osuszanie obszarów podtopień;</li> <li>✓ wzrost mineralizacji spowodowany zrzutem zdegradowanych chemicznie wód odwodnieniowych po zmianie rzędnej odwadniania kopalń.</li> </ul>
<b>Wpływ na ekosystemy zależne od wód podziemnych</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ spadek wilgotności aż do przesuszenia gruntów organicznych w obrębie leja depresji, powodujący ich mineralizację; degradacja naturalnych siedlisk roślinnych i zmiany w składzie gatunkowym;</li> <li>✓ pożary torfów, degradacja siedlisk jako ostoi zwierząt</li> </ul>

W aspekcie poboru wód podziemnych przez duże ujęcia komunalne i przemysłowe, istotnym zagadnieniem są skutki spowodowane przez eksploatację wody podziemnej. W tym kontekście ocena stanu ilościowego wspomaga także interpretację wyników monitoringu, który jest działalnością obligatoryjną. Dlatego wyzwaniem jest poszerzenie bazy danych o informacje dotyczące skutków poboru wody podziemnej, czyli rejestracji zmian depresji podczas pracy ujęcia. Duży wpływ poboru wód podziemnych na wody powierzchniowe mają komunalne i przemysłowe ujęcia wody podziemnej zlokalizowane w obrębie JCWPd (tab. 12).

**Tabela 12. Komunalne i przemysłowe ujęcia wody podziemnej**

<b>Czynnik presji na wody podziemne</b>	✓ pobór z ujęć wód podziemnych na cele komunalne i przemysłowe
<b>Oddziaływanie antropopresji na wody podziemne</b>	✓ obniżenie zwierciadła wód podziemnych; ✓ osuszenie części poziomów wodonośnych w obrębie leja depresji; ✓ zmiany kierunków przepływu wód podziemnych, ograniczenie aż do zaniku odpływu podziemnego do rzek
<b>Wpływ na wody powierzchniowe</b>	✓ spadek wartości przepływów niskich pochodzących z zasilania podziemnego w obrębie leja depresji; ✓ infiltracja wód powierzchniowych w podłoże lub regulacja i uszczelnienie koryt; ✓ obniżenie poziomu wód w jeziorach będących w związku hydraulicznym z odwadnianymi poziomami wodonośnymi; co przejawia się: <ul style="list-style-type: none"> <li>• wzrostem i stabilizacją przepływów niskich w rzece poniżej zrzutu wód odwodnieniowych, zmniejszeniem odpływu wód rzecznych w wyniku zużycia części wód odwodnieniowych na chłodzenie elektrowni;</li> <li>• zmianami chemizmu i właściwości fizycznych wód rzecznych zasilanych zrzutem wód kopalnianych bez istotnego wpływu na zmiany chemizmu i własności fizycznych wód powierzchniowych</li> </ul>
<b>Wpływ na ekosystemy zależne od wód podziemnych</b>	✓ spadek wilgotności aż do przesuszenia gruntów organicznych w obrębie leja depresji, powodujący ich mineralizację; degradacja naturalnych siedlisk roślinnych i zmiany w składzie gatunkowym; ✓ pożary torfów, degradacja siedlisk jako ostoi zwierząt

W celu udoskonalenia oceny stanu wód proponuje się uwzględnianie danych z monitoringu lokalnego, istniejącego na dużych ujęciach komunalnych. Pomiary stanu wód i wyznaczona stąd depresja umożliwiają kontrolę wielkości ich poboru w stosunku do zatwierdzonych dla ujęcia zasobów eksploatacyjnych i dopuszczalnej depresji.

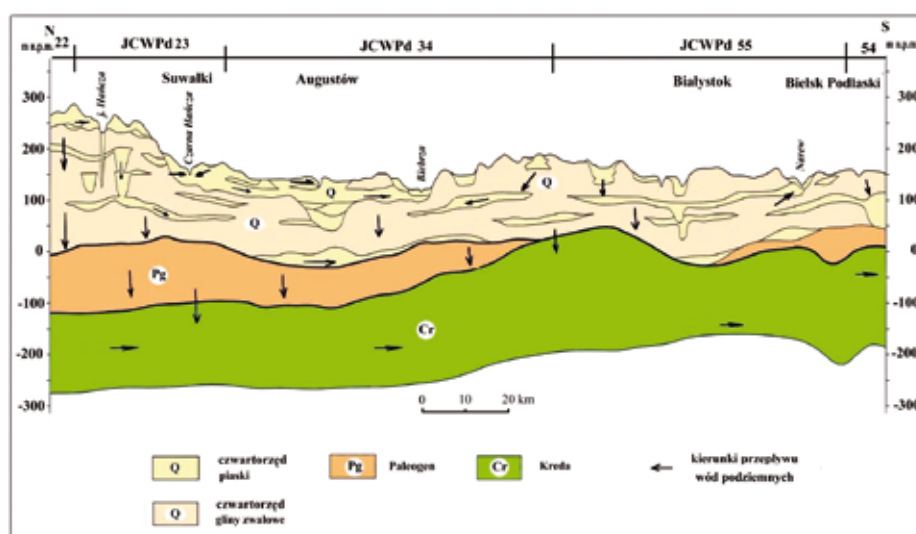
Depresja na ujęciu przekłada się na zasięg zmian położenia zwierciadła wody w jego sąsiedztwie. Informacje o wielkości poboru oraz depresji wywołanej przez ujęcie powinny być spójne. Uwzględnienie takiej informacji stwarza możliwość utworzenia bardzo poszerzonej i lepiej udokumentowanej analizy danych w ocenie stanu ilościowego, opartej na monitoringu poboru i zmian położenia zwierciadła wody podziemnej.

Wiele elementów oceny stanu ilościowego i chemicznego łączy sprzężenie zwrotne i ocena – stan dobry lub słaby – występuje łącznie. Przykładem może być ascenzja lub ingresja wód słonych wskutek nadmiernej eksploatacji lub drenażu wód podziemnych w strefie nizin nadmorskich lub w dolinach dużych rzek, która oznacza zmniejszenie ilości zasobów, jak i ich degradację wskutek zasolenia.

## 10. Konieczność wydzielenia subczęści oraz modyfikacja granic jednolitych części wód podziemnych

Dyskusję o braku spójności GWB – JCWPd podjął Quevauvillere (2008). Za tym autorem można przyjąć, że bardzo umowną nazwą jest „jednolita część wód podziemnych”. Z hydrogeologicznego punktu widzenia słowo „jednolita” powinno się odnosić do systemów zamkniętych, w których są strefy zasilania, tranzytu i drenażu, lub w mniej skomplikowanych układach, strefy zasilania i drenażu. Jednak w regionach o złożonej budowie geologicznej i bardzo skomplikowanych warunkach hydrogeologicznych, z lokalnymi i regionalnymi przepływami wód podziemnych i wielopiętrowymi systemami wodonośnymi, często nie ma możliwości wydzielenia takich obszarów, które można nazwać hydrogeologicznie jednolitymi. Powoduje to, że w wielu przypadkach „jednolite części wód podziemnych” wcale nie są jednolite.

Wysoki stopień złożoności warunków hydrogeologicznych na obszarze Polski dobrze obrazuje dwuwymiarowy model pojęciowy obszaru Suwalszczyzny (rys. 64). Widoczne są przepływy lokalne (w obrębie poszczególnych JCWPd), ale również przepływy o charakterze regionalnym pomiędzy jednolitymi częściami wód podziemnych powodujące, że przedstawiony układ nie jest hydrogeologicznie zamknięty.



Rys. 64. Schemat hydrogeologiczny Suwalszczyzny (Nowakowski, Nowicki, 2007)

Rozpoczęte przez PSH w 2007 r. analizy zmierzają do:

- opracowania modeli koncepcyjnych JCWPd uwzględniających w większym niż dotąd stopniu złożoność warunków hydrogeologicznych występujących na obszarze Polski;
- weryfikacji oraz korekty granic 161 JCWPd wydzielonych w 2005 r.

Zakończenie tych prac przez PIG–PIB planowane jest na 2010 r., a praktyczne ich wdrożenie – po testach – będzie możliwe w następnym cyklu raportowania oceny stanu wód podziemnych do KE, zgodnie z RDW.



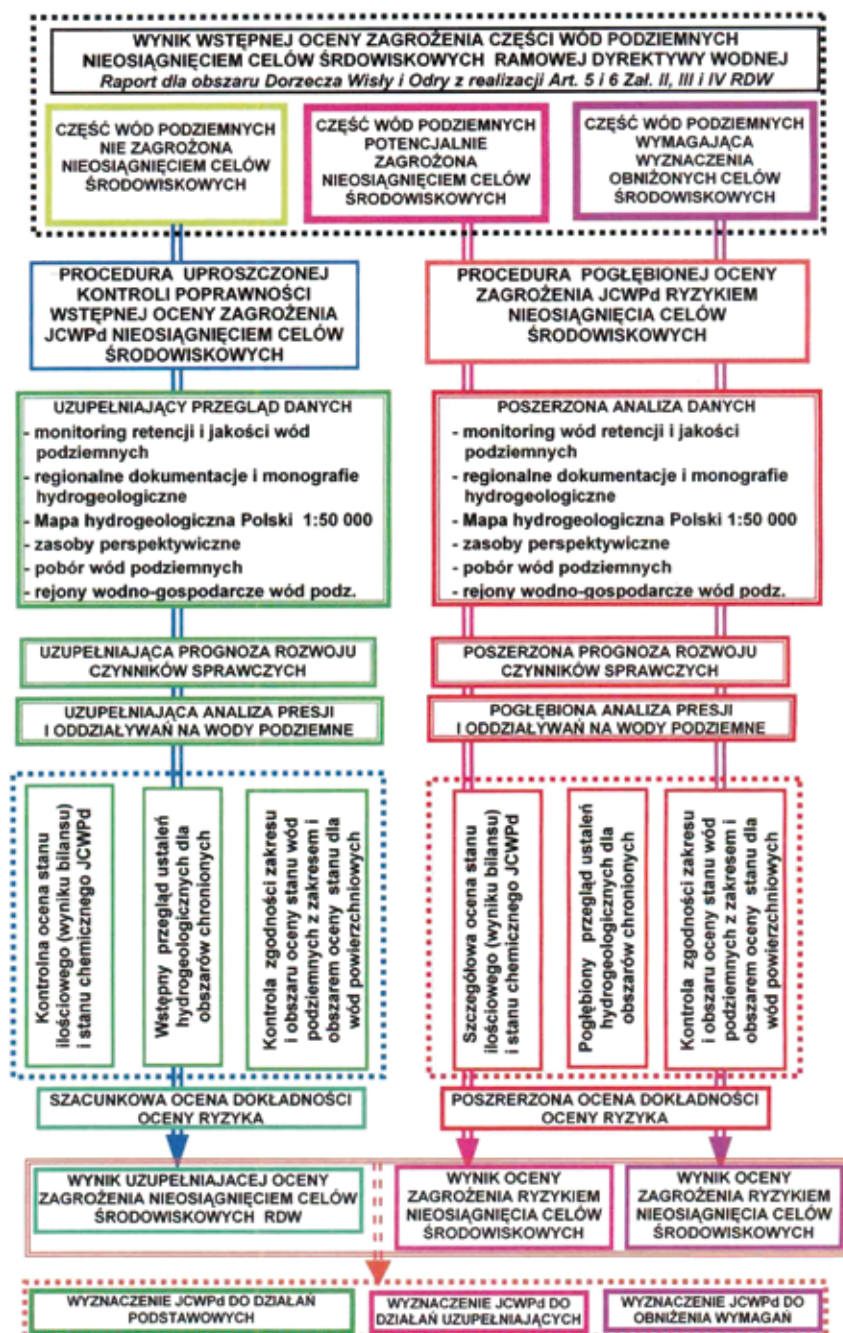
Równolegle do oceny stanu wód podziemnych JCWPd przeprowadza się analizę zagrożenia ryzykiem niespełnienia celów Dyrektywy. Ze względu na potrzeby związane z ustaleniem uzasadnionych i możliwych do osiągnięcia celów środowiskowych oraz opracowaniem kompleksowych programów działań podstawowych i uzupełniających w zakresie poprawy stanu wód podziemnych, zaproponowano wydzielenie fragmentów jednolitych części, nazwane subczęściami JCWPd, które obejmują obszary o słabym stanie ilościowym i chemicznym wód podziemnych. Ich granice wyznaczono w nawiązaniu do scalonych JCWP i odpowiadających im zlewni hydrograficznych.

Ocenę zagrożenia ryzykiem niespełnienia celów Dyrektywy przeprowadza się, odrębnie dla stanu ilościowego i stanu chemicznego. Tryb postępowania rozpoczyna się od sprawdzenia poprawności oceny wstępnej stanu jednolitej części wód podziemnych i przeprowadzenia prognozy analizy presji ze strony obiektów i przedsięwzięć potencjalnie uciążliwych dla wód podziemnych. W następnej kolejności dokonuje się prognozy znaczących oddziaływań tych presji na stan wód podziemnych. Następnie rozwijane są ustalenia zakresu wpływu zmian stanu wód podziemnych na ekosystemy zależne od wód podziemnych oraz na warunki zaopatrzenia ludności w wodę do spożycia (uwzględnienie wymogów obszarów ochronnych). Końcową fazą – jest podsumowanie prognozowanej oceny zagrożenia ryzykiem niespełnienia celów Dyrektywy, wynikającym z konieczności osiągnięcia dobrego stanu JCWPd w 2015 r. (Herbich, 2006). Podsumowanie stanowi podstawę dla określenia działań podstawowych i/lub uzupełniających, które będą zawarte w planach gospodarowania wodami w dorzeczach. Działania te powinny być także dotyczyć monitoringu operacyjnego. Procedura wydzielenia JCWPd zagrożonych nieosiągnięciem celów RDW została podana według algorytmu zaprezentowanego na rysunku 65.

Ocena zagrożenia ryzykiem nieosiągnięcia dobrego stanu chemicznego lub ilościowego wymaga dokładnego rozpoznania obszaru, najczęściej fragmentu JCWPd, dla którego wymagane jest opracowanie planu działań, zmierzających do działań naprawczych. Działania te będą formułowane w planach gospodarowania wodą w dorzeczach. Dlatego przewiduje się konieczność wydzielenia subczęści oraz modyfikacji granic JCWPd. Jako kryterium podziału zagregowanych JCWPd można przyjąć systemy krążenia wód podziemnych.

Wydzielenie jednostki hydrogeologicznej, jako subczęści JCWPd, w odniesieniu do uśrednionych wartości poboru wody podziemnej może być określone wg wskaźnika zasobności warstwy wodonośnej w rejonie ujęcia wody podziemnej (Mitręga i in., 2006). Podczas rozważań dotyczących stanu chemicznego wód podziemnych w Polsce nie można pominąć systemów nieprzeobrażonych antropogenicznie (SNPA) zwykłych wód podziemnych, jako zasobów dobrej lub bardzo dobrej jakości. Są to głębsze systemy zwykłych wód podziemnych, często dobrze izolowane, o naturalnym składzie chemicznym i właściwościach fizycznych. Stanowią swoiste pomniki przyrody i wymagają szczególnej ochrony i racjonalnego użytkowania (Paczyński, 2002). Położenie oraz zasięg SNPA przedstawiono na rysunku 66.

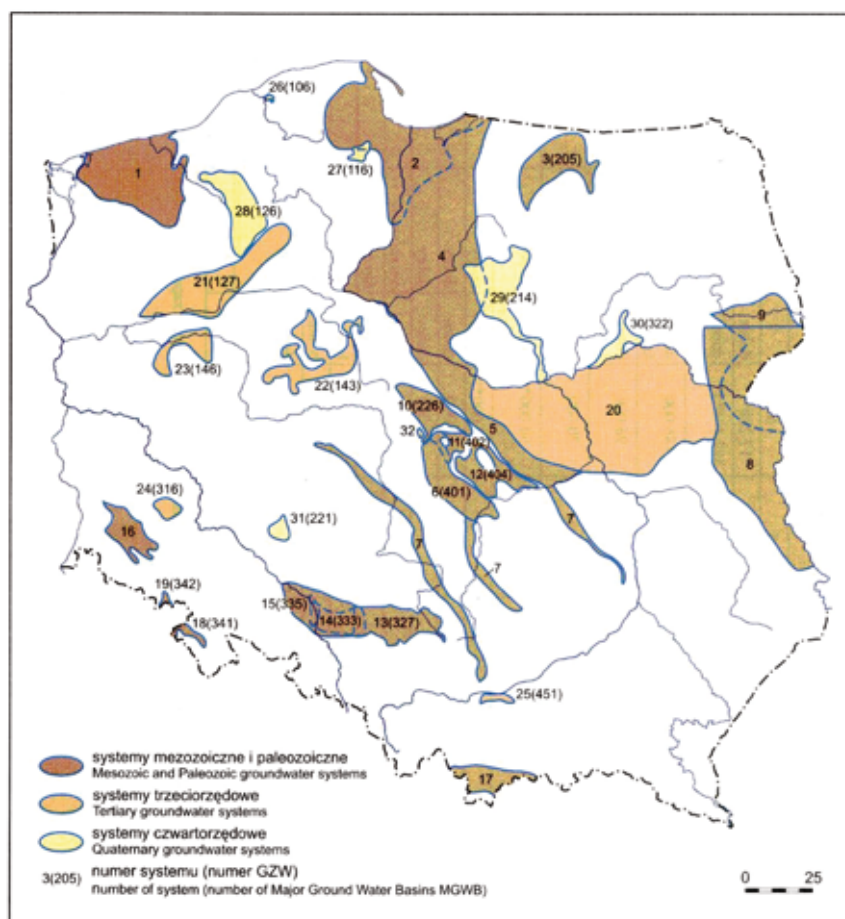
Modyfikacja granic JCWPd powinna uwzględnić zasięg głównych zbiorników wód podziemnych, które stanowią najbardziej zasobne w wodę obszary w Polsce (rys. 67).



Rys. 65. Ogólny algorytm postępowania przy opracowaniu oceny zagrożenia ryzykiem nieosiągnięcia celów środowiskowych JCWPd (Herbich, 2006)

Subczęści JCWPd wyznaczono na podstawie opracowania Herbicha i innych (2007). Celem wydzielenia subczęści JCWPd o słabym stanie chemicznym jest wskazanie obszaru w obrębie JCWPd, na którym występuje istotne antropogeniczne przekształcenie, ale nie uprawniające do objęcia taką interpretacją całego obszaru JCWPd. Są to następujące jednostki:

- SCJWPd 125a (JCWPd 125) z uwagi na składowisko odpadów poeksploatacyjnych górnictwa siarkowego oraz wyrobisko poeksploatacyjne rekultywowane w kierunku wodnym,

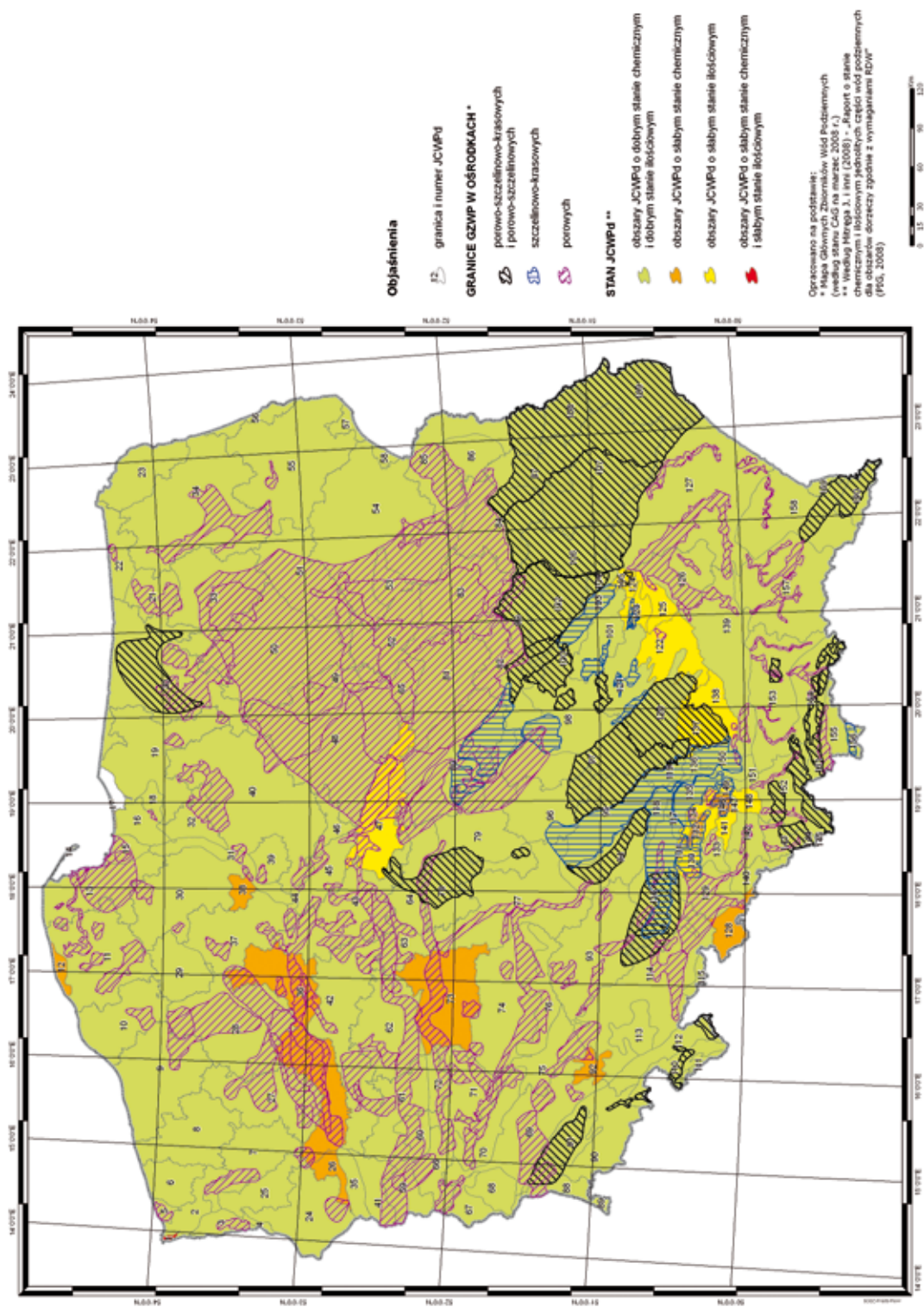


**Rys. 66. Systemy nieprzeobrażonych antropogenicznie (SNPA) zwykłych wód podziemnych (Paczyński, 2002)**

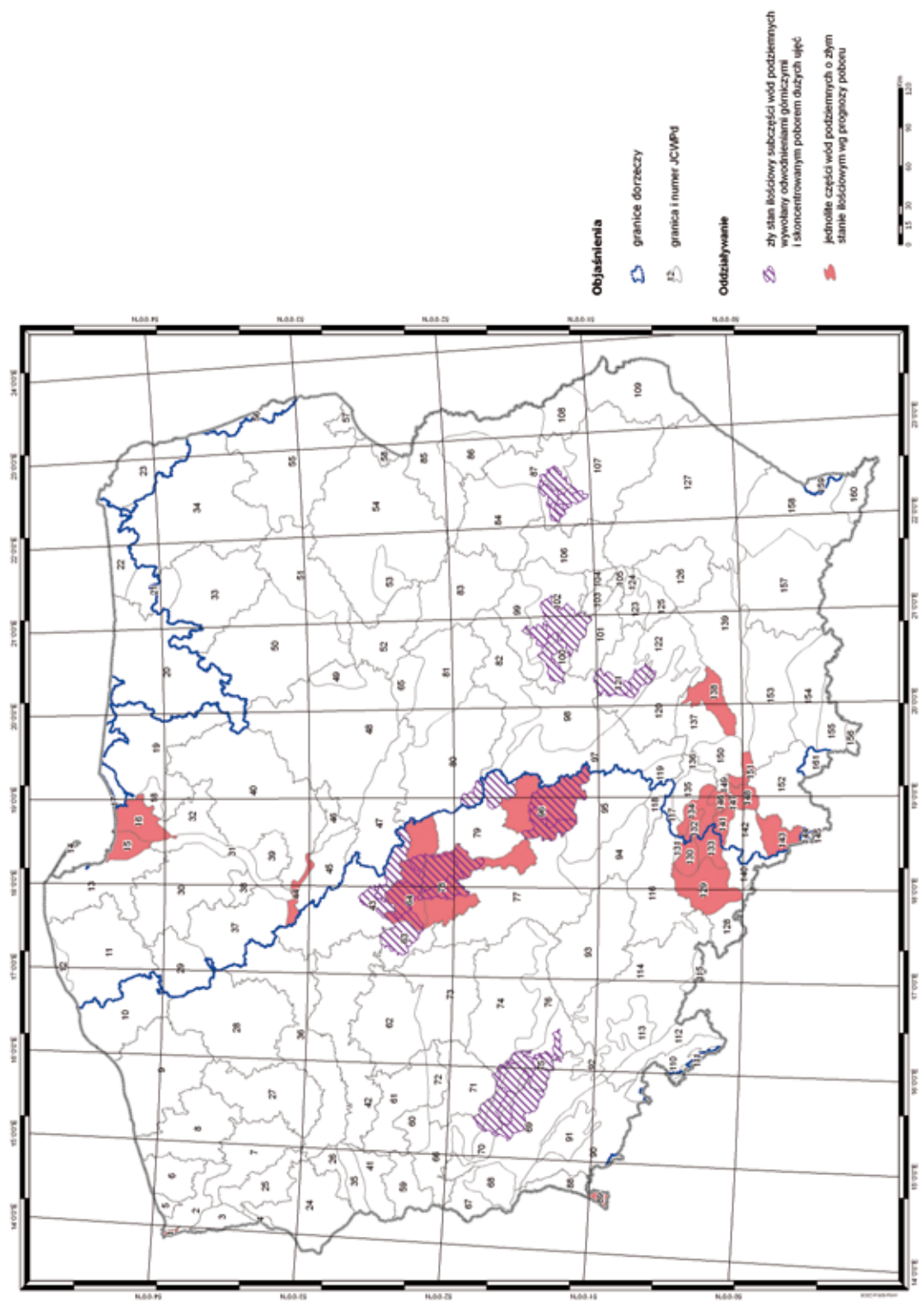
- SCJWPd 126a (JCWPd 126) z uwagi na wpływ składowiska odpadów górnictwa odkrywkowego siarki oraz wyrobiska poeksploatacyjnego rekultywowanego w kierunku wodnym,
- SCJWPd 2a (JCWPd 2) z uwagi na wpływ aglomeracji miejskiej Świnoujścia i ingresji wód morskich,
- SCJWPd 2b (JCWPd 2) z uwagi na brak danych,
- JCWPd 89 z uwagi na brak danych, ale znajdujące się pod presją górnictwa odkrywkowego węgla brunatnego,
- JCWPd 92 z uwagi na wpływ oddziaływania aglomeracji miejsko-przemysłowej Wrocławia oraz dla wydzielenia subczęści,
- JCWPd 113 z uwagi na wpływ oddziaływania aglomeracji miejsko-przemysłowej.

Wydzielone subczęści o słabym stanie ilościowym przedstawiono na rysunku 68 oraz w tabeli 13.

Wydzielenie subczęści JCWPd jest zgodne z zapisami Ramowej dyrektywie wodnej (2006/118/WE). Pozwala to na zastosowanie ekonomicznego podejścia w planowaniu i definiowaniu programów działania, koncentrujących się wyłącznie na obszarach poddanych nadmiernemu oddziaływaniu presji.



Rys. 67. Główne zbiorniki wód podziemnych na tle JCWPd z uwzględnieniem ich stanu (Hordejuk i in., 2008)



Rys. 68. Progностyczna ocena nieosiągnięcia dobrego stanu ilościowego w JCWPd i subczęściach wód podziemnych w 2015 r. (Herbich i in., 2007)

**Tabela 13. Wykaz subczęści JCWPd wydzielonych z uwzględnieniem granic scalonych jednolitych części wód powierzchniowych (SCW), wykazujących oddziaływanie zmian stanu wód podziemnych na ekosystemy wodne i lądowe (Herbich i in., 2007)**

Lp	Nr JCWPd	Oznaczenie subczęści JCWPd	Nazwa subczęści JCWPd	Kod JCW-Pow (SCW)	Rodzaj presji na wody podziemne	Oddziaływanie na ekosystemy wodne i lądowe
1	43	43-A	Obszar wpływu odwodnienia KWB Konin w zlewni Noteci	W 1403 W 1401	Odwadnianie kopalni odkrywkowej	Obniżenie zwierciadła wód gruntowych, przesuszenie torfowisk i obszarów podmokłych, redukcja odpływu podziemnego do rzek infiltracja z koryt wód powierzchniowych, obniżenie poziomu wody w jeziorach PPK
2	63	63-A	Obszar wpływu odwodnienia KWB Konin w zachodniej części zlewni Miesznej	W 0710	Odwadnianie kopalni odkrywkowej	
3	64	64-A	Obszar wpływu odwodnienia KWB Konin w prawobrzeżnej zlewni Warty od Koła do Kolina i we wschodniej części zlewni Miesznej	W 0710 W 0706 W 0705 W 0702	Odwadnianie kopalni odkrywkowej	
4	69	69-A	Obszar wpływu odwodnienia ZG „Lubin”, ZG „Rudna”, ZG „Polkowice-Sierszowice” w zlewni Szprotawy	SO 0609 SO 0610	Odwadnianie kopalni podziemnej, osiadanie terenu, infiltracja z osadników	Zróźnicowane i nierównomiernie rozłożone obniżenie zwierciadła wód gruntowych, lokalne podtopienia terenu
5	70	70-A	Obszar wpływu odwodnienia ZG „Lubin”, ZG „Rudna”, ZG „Polkowice-Sierszowice” w zlewni Szprotawy, Rudnej i lewobrzeżnej zlewni Odry	SO 1113 (częściowo w JCWPd nr 66) SO 0610 SO 0609 SO 1112 SO 1108	Odwadnianie kopalni podziemnej, osiadanie terenu, infiltracja z osadników	
6	75	75-A	Obszar wpływu odwodnienia ZG „Lubin”, ZG „Rudna”, ZG „Polkowice-Sierszowice” w zlewni Żymnicy i lewobrzeżnej zlewni Odry	SO 1108 SO 1110 SO 1112 SO 1113	Odwadnianie kopalni podziemnej, osiadanie terenu, infiltracja z osadników	

Lp	Nr JCWPd	Oznaczenie subczęści JCWPd	Nazwa subczęści JCWPd	Kod JCW-Pow (SCW)	Rodzaj presji na wody podziemne	Oddziaływanie na ekosystemy wodne i lądowe
7	78	78-A	Obszar wpływu systemu odwodnienia KWB Adamów w zlewni Kanalu Topiec, Kiełbaski i lewobrzeżnej zlewni Warty od Jeziora do ujścia Kanalu Topiec	W 0704 W 0707 W 0701	Odwadnianie kopalni odkrywkowej, infiltracja z osadników	Obniżenie zwierciadła wód gruntowych, przesuszenie torfowisk i obszarów podmokłych, infiltracja z koryt wód powierzchniowych
8	79	79-A	Obszar wpływu ujęć aglomeracji w łódzkiej w zlewni Neru po Lutomińsk	W 0601	Pobór wód podziemnych przez ujęcia aglomeracji łódzkiej	Obniżenie zwierciadła wód w poziomie czwartorzędowym, lokalnie redukcja odpływu podziemnego do rzek
9	80	80-A	Obszar wpływu ujęć w aglomeracji łódzkiej w zlewni górnej Bzury po Ozorków	SW 1801	Pobór wód podziemnych przez ujęcia aglomeracji łódzkiej	Obniżenie zwierciadła wód gruntowych, przesuszenie torfowisk i obszarów podmokłych, redukcja odpływu podziemnego do rzek, infiltracja z koryt wód powierzchniowych
10	96	96-A	Obszar wpływu systemu odwodnienia KWB Bełchatów	W 0401 W 0402	Odwadnianie kopalni odkrywkowej, infiltracja z osadników	Obniżenie zwierciadła wód gruntowych, przesuszenie torfowisk i obszarów podmokłych, redukcja odpływu podziemnego do rzek, infiltracja z koryt wód powierzchniowych
11	100	100-A	Obszar wpływu ujęć Radomia i Starachowic oraz odkrywkowej kopalni wapienia „Wierzbica” w zlewni Szabasówki i górnej Iłżanki	SW 0302 SW 0401	Pobór wód podziemnych przez ujęcia oraz system odwadniania kopalni odkrywkowej	Obniżenie zwierciadła wód gruntowych, przesuszenie torfowisk i obszarów podmokłych, redukcja odpływu podziemnego do rzek, infiltracja z koryt wód powierzchniowych
12	102	102-A	Obszar wpływu ujęć Radomia oraz odkrywkowej kopalni wapienia „Wierzbica” w zlewni Mlecznej, Szabasówki i górnej Modrzejowianki oraz górnej Iłżanki	SW 0302 SW 0401 SW 0406	Pobór wód podziemnych przez ujęcia	Obniżenie zwierciadła wód gruntowych, przesuszenie torfowisk i obszarów podmokłych, redukcja odpływu podziemnego do rzek, infiltracja z koryt wód powierzchniowych, okresowy zanik przepływu
13	107	107-A	Obszar wpływu ujęć aglomeracji lubelskiej w zlewni Dolnej Bystrzycy Lubelskiej (poniżej ujścia Krężniczanki)	SW 0525 SW 0526 SW 0527 SW 0528 SW 0519	Pobór wód podziemnych przez ujęcia	Obniżenie zwierciadła wód gruntowych, przesuszenie torfowisk i obszarów podmokłych, redukcja odpływu podziemnego do rzek, infiltracja z koryt wód powierzchniowych
14	121	121-A	Obszar wpływu ujęć Kielc i odwadniania odkrywkowych kopalń wapienia w Białym Zagłębiu w zlewni Bobrzy	GW 0308 GW 0309	Pobór wód podziemnych przez ujęcia oraz system odwadniania kopalni odkrywkowej	Obniżenie zwierciadła wód gruntowych, przesuszenie torfowisk i obszarów podmokłych, redukcja odpływu podziemnego do rzek, infiltracja z koryt wód powierzchniowych

Objaśnienia:

- Wyłuszczenie kodu (JCWPow = SCW0) oznacza, że znajduje się całkowicie w obrębie danej subczęści wód podziemnych
- Oprócz podanych wyżej subczęści, oddziaływanie ilościowe na wody powierzchniowe zachodzi w JCWPd o słaby m stanie ilościowym, w wyniku presji górnictwa podziemnego i odkrywkowego, oznaczonych numerami: 89, 132, 134, 141, 146, 147.

## 11. Uwagi dotyczące sieci pomiarowej monitoringu wód podziemnych

Obecny system sieci monitoringu jest modernizowany oraz rozbudowywany. W celu poszerzenia zakresu i obszaru obserwacji powinny być podjęte dodatkowe działania w kierunku ustanowienia i rozwijania sieci monitoringu. Uwzględniając aspekt harmonizacji działań w zakresie monitoringu, a zwłaszcza konieczność obserwacji i analizy współoddziaływania między systemami wód podziemnych i powierzchniowych oraz wpływu zmian klimatycznych na dostępność zasobów wód podziemnych, proponuje się w najbliższych latach:

- rozbudowę systemu monitoringu w JCWPd, które związane są z wodami powierzchniowymi i ekosystemami lądowymi oraz zostały zidentyfikowane jako narażone na ryzyko nieosiągnięcia „dobrego stanu” na podstawie analizy warunków naturalnych i antropopresji,
- budowę sieci monitoringowej w JCWPd, gdzie brak jest punktów pomiarowych oraz rozbudowę sieci monitoringowej uwzględniającej systemy nieprzeobrażonych antropogenicznie (SNPA) zwykłych wód podziemnych,
- rozbudowę sieci monitoringu w JCWPd, które zostały uznane jako transgraniczne,
- modyfikację programów pomiarowych w kierunku odejścia od uniwersalizmu programów badań i określania programów obserwacyjnych odnoszących się do poszczególnym punktów monitoringu.

Przydatność punktów badawczych sieci monitoringu wód podziemnych do oceny stanu JCWPd zweryfikowano na podstawie ich reprezentatywności postępując się:

- charakterystyką systemu – warstwy wodonośne o zwierciadle swobodnym lub napiętym, których strop występuje na głębokości do 120 m, co nawiązuje do systemów SNPA (Paczyński, 2002),
- charakterystyką długości ciągu obserwacyjnego – okres rozpoczynający się co najmniej od 1995 r.,
- charakterystyką hydrostrukturalną – systemy hydrogeologiczne o zróżnicowanej miąższości warstwy wodonośnej w przedziałach: do 5, 5–10 m i powyżej 10 m oraz w nawiązaniu do GZWP.

Od 2006 r. trwają prace nad modyfikacją i rozbudową sieci monitoringu stanu chemicznego oraz stanu ilościowego (Kazimierski i in., 2007). Punkty badawcze sieci monitoringu rozmieszczone są w obrębie poszczególnych JCWPd, z zachowaniem reprezentatywności dla obszaru całego kraju. Główne kryteria wyboru to: rodzaj i siła presji; naturalna odporność poziomu wodonośnego na przenikanie zanieczyszczeń z powierzchni terenu oraz szybkość reakcji na oddziaływanie czynników naturalnych i antropogenicznych. Przyjęto też założenie, że w obrębie JCWPd nie powinno być mniej jak 3 punkty obserwacyjne. Mając na uwadze znaczne koszty towarzyszące rozbudowie czy też modyfikacji infrastruktury sieci pomiarowej, dodatkowo przyjęto warunek, że 1 punkt pomiarowy przypada na 500 km<sup>2</sup> w odniesieniu do pierwszego od powierzchni poziomu wodonośnego o zwierciadle swobodnym, o znaczeniu



użytkowym. W odniesieniu do pierwszego użytkowego poziomu wodonośnego o zwierciadle napiętym na 1000 km<sup>2</sup> należałoby wykonać co najmniej 1 punkt pomiarowy. W przypadku wgłębnych poziomów użytkowych 1 punkt pomiarowy powinien przypadać na 2500 km<sup>2</sup>.

Częstotliwość poboru próbek wód z punktów sieci monitoringu stanu chemicznego zależy od wyników oraz aktualnej wiedzy na temat sytuacji hydrogeologicznej w danej jednolitej części wód podziemnych. Pobór próbek w sieci monitoringu operacyjnego, powinien być wykonywany raz w roku dla warstw o zwierciadle napiętym lub dwa razy w roku dla warstw o zwierciadle swobodnym, bardziej podatnych na zmiany chemizmu i w których występuje szybkie krążenie wód podziemnych. W odniesieniu do struktur z głębokim poziomem artezyjskim oraz z wolną wymianą wód podziemnych pobór próbek powinien być prowadzony z częstotliwością raz na 6 lat. Od 2006 r., zgodnie z programem PMŚ opracowanym w GIOŚ, opróbowanie sieci monitoringu diagnostycznego stanu chemicznego dla obszaru kraju jest wykonywane raz na trzy lata (wiosną), natomiast opróbowanie sieci monitoringu operacyjnego stanu chemicznego obejmującego obszary JCWPd o stanie słabym jest wykonywane jeden lub dwa razy w ciągu roku – wiosną i jesienią – z wyłączeniem roku, w którym jest opróbowana sieć monitoringu diagnostycznego. Terminy opróbowań powinny być skorelowane z terminami opracowania planów gospodarowania wodami.

Pomiary głębokości zwierciadła lub wydajności źródeł w sieci monitoringu stanu ilościowego wykonywane są z częstotliwością jeden raz w tygodniu, w poniedziałek o godzinie 7:00. W punktach I rzędu tej sieci – na stacjach hydrogeologicznych – wprowadzana jest automatyka pomiarów, z możliwością transmisji danych.

W ciągu minionych kilku lat został zdefiniowany i wdrożony w praktyce monitoring diagnostyczny, operacyjny i badawczy.

Wskazane JCWPd do monitoringu operacyjnego obejmują obszar o powierzchni 40 230 km<sup>2</sup>. Z rekomendowanych 40 JCWPd, 24 wskazano wyłącznie do monitoringu stanu chemicznego, 10 – wyłącznie do monitoringu stanu ilościowego (aspekt poboru wód), a 6 – jednocześnie do monitoringu operacyjnego stanu chemicznego i stanu ilościowego.

Możliwość utworzenia monitoringu badawczego wód podziemnych jest sygnalizowana w programie Państwowego Monitoringu Środowiska na lata 2007–2009. Przedstawione wyżej rekomendacje dotyczą 25 JCWPd w dorzeczu Odry oraz 22 w dorzeczu Wisły. Głównym czynnikiem skłaniającym do wnioskowania o jego ustanowienie jest konieczność podjęcia pilotowych badań w tych obszarach, gdzie był stwierdzony charakter związku hydraulicznego wód podziemnych z wodami powierzchniowymi. Wystąpił on na obszarach, gdzie średni niski odpływ ze zlewni  $q$  nie przekracza 100 m<sup>3</sup>/d·km<sup>2</sup>, natomiast odpływ podziemny z tych zlewni o prawdopodobieństwie  $p = 5\%$  wynosi  $q < 25$  m<sup>3</sup>/d·m<sup>2</sup>). Łączna powierzchnia 47 JCWPd rekomendowanych do monitoringu badawczego w dorzeczu Wisły i Odry wynosi 63 461 km<sup>2</sup>.

## 12. Podsumowanie i wnioski

Efektywny i ekonomicznie uzasadniony system kontroli stanu chemicznego i ilościowego JCWPd wymaga realizacji programu monitoringu, który będzie obejmował następujące zadania:

- zidentyfikowanie JCWPd przewidzianych do monitoringu, a w uzasadnionych przypadkach także aktualizację liczby, granic JCWPd i ich subczęści w nawiązaniu do pogłębionej charakterystyki hydrogeologicznej,
- wyznaczenie lokalizacji nowych, reprezentatywnych punktów pomiarowych w obrębie JCWPd,
- określenie parametrów i wskaźników przewidzianych do badań dla każdego punktu badawczego,
- określenie częstotliwości przeprowadzania pomiarów i opróbowań, z uwzględnieniem rodzaju monitoringu (diagnostyczny, operacyjny, badawczy).

Ocenę stanu chemicznego oraz stanu ilościowego opracowano w odniesieniu do 161 JCWPd obejmujących obszar całego kraju. Na obszarze 4492 km<sup>2</sup>, obejmującym jedenaście JCWPd, brak było w 2007 r. punktów sieci monitoringu stanu chemicznego. W takich przypadkach stan chemiczny oceniono na podstawie dostępnych archiwalnych dokumentacji i opracowań kartograficznych. Prezentowaną w pracy i na mapach ocenę stanu chemicznego oraz stanu ilościowego wód podziemnych w obszarach JCWPd i w dorzeczych opracowano na podstawie wersji źródłowych tych map cyfrowych w systemie GIS Intergraph.

Przeprowadzona w niniejszym opracowaniu ocena stanu chemicznego i ilościowego JCWPd zawiera nieco odmienny, zaktualizowany obraz w stosunku do wcześniejszych ocen, w tym wyników oceny ryzyka nieosiągnięcia dobrego stanu przez wody podziemne, będącej odrębnym procesem i polegającej odmiennym procedurom analizy. Podkreślenia wymaga fakt, że opracowanie to jest pierwszą udokumentowaną oceną opartą na poszerzonej bazie dostępnych wyników, tj. nowych punktów ustalonych dla sieci monitoringu. W przypadku oceny stanu ilościowego przeprowadzono szczegółowe badania struktury i wielkości poboru wód podziemnych, rejestrowanego i oszacowanego poboru nieopomiarowanego dla ujęć i systemów drenaży. Dotychczas nie stwierdza się wystąpienia znaczących trendów zmian chemizmu wody na dużych obszarach kraju. Nie stwierdza się też występowania niekorzystnych trendów w zmianie położenia zwierciadła wody poza subczęściami JCWPd podlegającymi dużej antropopresji.

Rozpoznanie stanu JCWPd oraz dorzeczy pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

1. Na obszarze 11 687 km<sup>2</sup> stwierdzono słaby stan chemiczny wód podziemnych, z czego 10 463 km<sup>2</sup> znajduje się w dorzeczu Odry (JCWPd nr 1, 26, 36, 73, 92, 128), a 1124 km<sup>2</sup> znajduje się w dorzeczu Wisły (JCWPd nr 12, 17, 38, 132, 146). Na obszarze dorzeczy Odry i Wisły oraz na obszarze dorzeczy Dniestru, Dunaju, Jarf, Łaby, Niemna, Pregoty, Świeżej i Ucker stwierdzono dobry stan ilościowy wód podziemnych.

2. Słaby stan ilościowy wód podziemnych rozpoznano na obszarze 6960,1 km<sup>2</sup>, z czego 535 km<sup>2</sup> znajduje się w dorzeczu Odry (JCWPd nr 1, 130, 131), a 6425,1 km<sup>2</sup> znajduje się w dorzeczu Wisły (JCWPd nr 14, 105, 122, 123, 124, 125, 134, 137, 138, 141, 148, 149). Na obszarze dorzeczy Odry i Wisły oraz na obszarze dorzeczy Dniestru, Dunaju, Jarf, Łaby, Niemna, Pregoty, Świeżej i Ucker stwierdzono dobry stan ilościowy wód podziemnych.
3. Stwierdzono występowanie powszechnej dla kraju hydrodynamicznej reakcji systemu wód podziemnych, uwidaczniającej się w systematycznie powtarzającej się w cyklu ok. 22-letnim. Zaobserwowana cykliczność wahań stanów sugeruje brak podstaw do uproszczonej analizy trendu zmian.
4. Szczegółowych badań wymagają tereny zagłębi górniczych, np. Kłobudzko-Częstochowskiego Okręgu Rud Żelaza (wyłączonego w 1974 r.) oraz wyłączonych wiele lat temu kopalń soli, np. w Inowrocławiu, lub kopalń siarki, np. Piaseczno i Machów. Słone wody kopalniane wypływające z dawnych wyrobisk do warstw wodonośnych mogą powodować degradację zasobów wód podziemnych i systematyczne pogorszenie stanu ilościowego oraz chemicznego JCWPd w ich sąsiedztwie. Wymaga to budowy lokalnych sieci monitoringowych i wykonania rozpoznania terenowego, na podstawie opracowanych wcześniej projektów monitoringu, w tym badawczego.
5. Precyzyjna ocena wielkości poboru całkowitego wód podziemnych nie jest możliwa z uwagi na krajowe uregulowania prawne (Prawo wodne). Dane o poborze i użytkowaniu wód podziemnych w sektorze rolniczym i na obszarach wiejskich jest najmniej kompletne. W poborze nieopomiarowanym z wód podziemnych największy udział ma pobór na obszarach wiejskich, prawie 95% całości zaopatrzenia. Należy podkreślić, że weryfikacja poboru całkowitego (bez zmiany krajowych regulacji prawnych – zwykle korzystanie z wód) może być wykonywana w perspektywie 10–20 lat.
6. W odróżnieniu od innych krajów członkowskich UE, w Polsce dopuszcza się prawnie nieopomiarowany pobór wód podziemnych (zwykle korzystanie z wód), mogące zdecydowanie wpływać na wiarygodność oceny poboru całkowitego, a pośrednio na ocenę stanu ilościowego. Na podstawie szacunków ten rodzaj poboru może sięgać 1,6 km<sup>3</sup>/rok, tj. ponad 100% więcej niż przedstawia to ewidencja poboru wody.
7. Przedstawione rekomendacje obszarów do uzupełnienia systemu monitoringu operacyjnego obejmują 47 JCWPd, z których 25 JCWPd znajduje się w dorzeczu Odry, a 22 JCWPd w dorzeczu Wisły. Ich stan chemiczny i/lub ilościowy oceniano w latach 2005–2008 jako słaby lub zagrożony. Dla tych JCWPd należy ustanowić monitoring badawczy wód podziemnych.

### 13. Spis literatury i wykorzystanych materiałów

Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31 XII 2008 r. – Wody podziemne. Ministerstwo Środowiska, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 2009.

Bogdanowicz, Stachy, 1995 – Bogdanowicz, Stachy 1995. Kompleksowa ocena zasobów wodnych Polski w 40-leciu 1951–1990 – tendencje w przebiegu największych rocznych przepływów rzecznych (WQ) w latach 1921-1992.

Custodio E., 2002 – Aquifer overexploitation: what does it mean?; Hydrogeology Journal, issue No 10:254-277.

Dahl M., Hinsby K., 2008 – GSI typology – Typology of Groundwater Surface water Interaction. Paris 2008.

Dąbrowski S. (red.), 2006 – Inwentaryzacja poboru wód podziemnych na podstawie wizji lokalnych u użytkowników ujęć w Regionach Górnej Odry i Małej Wisły. ARC Rynek i Opinia Sp. z o.o., Warszawa.

Dąbrowski S., Nowicki K. (red.), 2006 – Inwentaryzacja poboru wód podziemnych na podstawie wizji lokalnych u użytkowników ujęć w Regionach: Środkowej Wisły z wyłączeniem północnej części, Górnej Wisły, Warty, Środkowej Odry, Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego. ARC Rynek i Opinia Sp. z o.o., Hydroconsult Sp. z o.o., Przed. Geol. POLGEOLOG S.A., Przed. Geol. we Wrocławiu PROXIMA, Biuro Poszukiwań i Ochrony Wód Hydroeko Andrzej Rodzoch, Krakowskie Przedsiębiorstwo Geologiczne ProGeo Sp. z o.o. Dowgiałło J., Nowicki Z. 2000 – Ocena „wieku” wód podziemnych w oparciu o niektóre oznaczenia izotopowe. Biul. Państw. Inst. Geol. „Hydrogeologia na przełomie wieków” pod redakcją S. Krajewskiego (z okazji jubileuszu 100-lecia polskiej hydrogeologii) nr 388.

Dowgiałło J., Nowicki Z., 2007 – Typy genetyczne i chemiczne wód podziemnych. Poglądy ośrodka warszawskiego. W: Hydrogeologia regionalna Polski. T. I. Państw. Inst. Geol.

Felter A., Nowicki Z. 1997 – Tryt – bezpośredni wskaźnik wrażliwości warstwy wodonośnej na antropopresję. Prz. Geol. 9.

Frankowski Z., Gałkowski P., Mitręga J. wraz z zespołem, 2007 – Opracowanie metodyki identyfikacji i ustalenie struktury poboru wód podziemnych dla potrzeb oceny stanu ilościowego wód podziemnych kraju. PIG na zam. MŚ, Arch. PIG, Warszawa.

Frankowski Z., Gałkowski P., Mitręga J., Skrzypczyk L., Kapuściński J., Nowicki K., 2008 – Ocena poboru rzeczywistego wód podziemnych w Polsce. XVII sympozjum naukowo-technicznym w Częstochowie (17–18.04.2008 r.) pt. „Zrównoważone gospodarowanie zasobami wód podziemnych na terenach przekształconych antropogenicznie”.

Frankowski Z., Gałkowski P., Mitręga J. – 2009 Struktura poboru wód podziemnych w Polsce. Informator Państwowej Służby Hydrogeologicznej, PIG, Warszawa

Grath J., Scheidleder A., Uhlig S., Weber K., Kralik M., Keimel T., Gruber S., 2001 – The EU Water Framework Directive: Statistical aspects of the identification of groundwater pollution trends, and aggregation of monitoring results. Final Report. Austrian Federal Ministry of Agriculture and Forestry, Environmental and Water Management (Ref.: 41.046/01-IV1/00 and GZ 16 2500/2-I/6/00), European Commission (Grant Agreement Ref.: Subv 99/130794), in kind contributions by project partners. Vienna; www.wfdgw.net.

GUS 2007 – Ochrona Środowiska. Warszawa.

Gromiec M., (red) 1999 – Podstawy naukowe strategii ochrony wód w Polsce w świetle przystąpienia do Unii Europejskiej. Materiały XVIII sympozjum Polskiego Komitetu Międzynarodowego Stowarzyszenia Jakości Wody. IMGW.

Herbich P., Tyszewski S., 1994a – Wybrane problemy bilansu wodnogospodarczego w świetle doświadczeń z pierwszej edycji warunków korzystania z wód zlewni Wkry. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu 248: 135–142.

Herbich P., Tyszewski S., 1994b – Bilans wodno-gospodarczy i warunki korzystania z wód zlewni Wkry. W: Aktualna problematyka gospodarki wodnej w skali zlewni rzecznej. Seminarium Warszawa, 21 kwietnia 1994. Wydawnictwo SGGW.

Herbich P. i in., 2003 – Ustalenie zasobów perspektywicznych wód podziemnych w obszarach działalności regionalnych zarządów gospodarki wodnej (raport końcowy). PIG na zam. MŚ, Arch. PIG, Warszawa.

Herbich P., Dąbrowski S., Nowakowski Cz., 2003 – Ustalenie zasobów perspektywicznych wód podziemnych w obszarach działalności RZGW. Zamawiający – Minister Środowiska ze środków NFOŚiGW.

Herbich P., Skrzypczyk L., 2003a – Wykaz wód podziemnych, które są lub mogą być wykorzystane do zaopatrzenia ludności w wodę do spożycia w Regionie Warty – obszarze działalności Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Poznaniu. Zamawiający – RZGW w Warszawie.

Herbich P., Skrzypczyk L., 2003b – Wykaz wód podziemnych, które są lub mogą być wykorzystane do zaopatrzenia ludności w wodę do spożycia w Regionie Wisły Środkowej – obszarze działalności Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Warszawie. Zamawiający – RZGW w Warszawie.

Herbich P., 2006 – Wskazówki dotyczące oceny ryzyka nieosiągnięcia celów środowiskowych przez Jednolite części Wód Podziemnych oraz tworzenia programów działań. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

Herbich P., Nowicki Z., Sadurski A., Skrzypczyk L., 2006 – Kryteria i tryb wyznaczania jednolitych części wód podziemnych (GWB). W: Problemy związane z wprowadzaniem Ramowej Dyrektywy Wodnej. Mat. XVI Sympozjum Nauk. Techn. Częstochowa, ss: 26–35.

Herbich P., Hordejuk T., Kazimierski B., Mitręga J., Skrzypczyk L., 2007 – Opracowanie analizy presji i wpływów zanieczyszczeń antropogenicznych w szczegółowym ujęciu jednolitych części

wód podziemnych i powierzchniowych dla potrzeb opracowania programów działań i planów gospodarowania wodami – Raport. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Hordejuk T., Hordejuk M., 2006 – Monitoring jakości wód podziemnych w sieci krajowej w latach 2004–2005. GIOŚ/PIG, Warszawa.

Hordejuk T., Kazimierski B., Mitręga J., Hordejuk M., Skrzypczyk L., 2007 – Wstępna ocena stanu chemicznego jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach. PIG/GIOŚ Warszawa.

Hordejuk T., i in., 2008 – Raport o stanie chemicznym i ilościowym jednolitych części wód podziemnych dla obszarów dorzeczy zgodnie z wymaganiami RDW. „*Monitoring stanu chemicznego oraz ocena stanu jednolitych części wód podziemnych w dorzeczach w latach 2006 – 2008*”. ETAP VI, zadanie nr 9. PIG/GIOŚ Warszawa.

Instrukcja opracowania Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, 1996 – Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa, 1996.

Kazimierski B. i in., 2007 – Raport dla Komisji Europejskiej o programie monitoringu jednolitych części wód podziemnych dla obszarów dorzeczy. PIG/GIOŚ Warszawa.

Kleczkowski A.S. 1990 – Objasnienia do Mapy Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony (skala 1:500 000 oraz w wersji zmniejszonej 1: 2 000 000). AGH, Kraków.

Kleczkowski A.S., red., 1990 – Mapa Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony (skala 1: 500 000) Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej AGH, Kraków.

Kowalczyk A., Nowicki Z., Szewczyk J., Myciuk K., Mikołajczyk A., 2007 – Przeprowadzenie oceny trendu zmian poziomu zwierciadła wody lub wydajności źródeł we wszystkich objętych monitoringiem jednolitych częściach wód podziemnych. PIG-PSH, Warszawa.

Lorenc H. red., 2005 – Atlas klimatu Polski. IMiGW. Warszawa.

Maciejewski M., i in., 2007 – 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 – etap III. IMGW, PIG, IOŚ, Kraków, maj 2007 (maszynopis).

Mager P., Kuźnicka M., 1999 – Zmiany natężenia i częstości pojawiania się susz w Polsce (1891–1995). Zmiany i zmienność klimatu Polski. Materiały: Ogólnopolska konferencja naukowa Łódź, 4–6 listopada 1999. s. 159–164

Margóczy K., Szanyi J., Aradi E., Busa-Fekete B., 2007 – Hydrological background of the dune slack vegetation in the Kiskunság. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Land Reclamation* No 38: 105–113.

Mitręga J., Czarniecka U., Hordejuk M., Hordejuk T., Palak D., Rojek A., 2008 – Opracowanie wyników badań i ocena stopnia zanieczyszczenia wód podziemnych związkami azotu w obszarach narażonych na zanieczyszczenia pochodzenia rolniczego; Zadanie 10 (etap V). PIG/GIOŚ, Warszawa.

Mitręga J., Hordejuk T., Skrzypczyk L., 2006 – Dyrektywa azotanowa (91/676/EWG): hydrogeologiczne zagadnienia, kluczowe dla okresowej weryfikacji dalszej realizacji dyrektywy. Materiały na Sympozjum Szkoleniowe, Serock, 23–24 luty 2006. PSH/PIG Warszawa.

Nixon S., 2002 – Towards a common understanding of the monitoring requirements under Water Framework Directive. Working Draft v. 4 Revised taking into account comments from Member States and Strategic Co-ordination Group 2.7. Bruksela 2002.

Nowakowski C., Nowicki Z. 2007 – Charakterystyka hydrogeologiczna regionów wodnych. Region Narwi, Pregoty i Niemna. W: Hydrogeologia regionalna Polski. t. I. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa.

Nowicki Z., Herbich P., Skrzypczyk L., 2004 – Mapa jednolitych części wód podziemnych zagrożonych pod względem jakościowym i chemicznym. CAG Państw. Inst. Geol. Warszawa.

Nowicki Z., Sadurski A., 2007 – Regionalizacja wód podziemnych Polski w świetle przepisów Unii Europejskiej. W: Hydrogeologia regionalna Polski. Tom I, wody słodkie (red. B. Paczyński, A. Sadurski). Państw. Inst. Geol. Warszawa.

Nowicki Z., 2004–2006 – Wykonanie oznaczeń trytowych i określenie wieku wód w ok. 600 punktach obserwacyjnych Etap I-III. Raporty PSH. Archiwum PIG.

Nowicki Z. i in., 2007 – Podział jednolitych części wód podziemnych w profilu pionowym (zadanie 4c, etap I). Działalność PSH w 2006 roku. PIG, Warszawa, marzec 2007.

Nowicki Z. (red.), 2009 – Jednolite Części Wód Podziemnych. Charakterystyka geologiczna i hydrogeologiczna. [www.psh.gov.pl/publikacje/](http://www.psh.gov.pl/publikacje/).

Orsztynowicz J., 1988 – Studium naukowo-badawcze do Atlasu Hydrogeologicznego Polski. Średnie roczne i wieloletnie odpływy podziemne na obszarze Polski w okresie 1951-1980. IMGW Zakład Dynamiki Wód Podziemnych, Arch. ZHiGI PIG.

Paczyński B. (red.), 1995 – Atlas Hydrogeologiczny Polski, cz. I i II. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

Paczyński B., 2002 – Systemy nie przeobrażonych antropogenicznie zwykłych wód podziemnych Polski. Biul. Państw. Inst. Geol., 400: 37–55.

Paczyński B. (red.) Skrzypczyk L. (kier. projektu), 2003 – Wstępna waloryzacja głównych zbiorników wód podziemnych w Polsce w aspekcie oceny wartości użytkowych zgromadzonych w nich wód, celowości i kolejności wprowadzenia zabiegów ochronnych, Zamawiający – Minister Środowiska.

Projekt – Plan gospodarowania wodami dla obszaru dorzecza Odry. Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, Kraków, 2008.

Projekt – Plan gospodarowania wodami dla obszaru dorzecza Wisły. Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, Kraków, 2008.

Quevauvillere P., 2008 – European Regulatory Framework of Integrated Groundwater Management – Theory versus realities. Paris 2008.

Skrzypczyk L. i in., 2003 – Mapa głównych zbiorników wód podziemnych w Polsce w skali 1:500 000, wg stanu CAG na 30.03.2003 r. CAG PIG –Warszawa.

Słownik hydrogeologiczny, red. nauk. Dowgiałło J., Kleczkowski A.S., Macioszczyk T., Rózkowski A., 2002. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

Sokołowski J. i in., 2009 – Prowadzenie i aktualizacja bazy danych GZWP GIS wraz z mapą cyfrową Głównych Zbiorników Wód Podziemnych dla obszaru Polski – zad. 7 w raporcie Pt.: Działalność Państwowej Służby Hydrogeologicznej w 2008 r., Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.

Stachy, 1968 – Zmniejszanie się odpływu rzek polskich w bieżącym stuleciu. Prace IMiGW Z. 95. WKiŁ, Warszawa.

Szczepańska J., Kmiecik E., 2005 – Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w oparciu o wyniki badań monitoringowych Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH. Kraków.

Toth J., 1978 – Gravity-induced cross-formational flow of formation fluids, Red Earth Region, Alberta, Canada: analysis, patterns and evolution; Water Resources Research vol. 14, No 5: 805–839.

Wilk Z. red., 2003 – Hydrogeologia polski złóż kopalin i problemy wodne górnictwa: tom 1, 2. AGH, Kraków.

Witczak S., red., 2005 – Mapa wrażliwości wód podziemnych na zanieczyszczenie 1:500 000 (Plansza 1 – Wody podziemne związane z wodami powierzchniowymi oraz ekosystemami lądowymi zależnymi od wód podziemnych; Plansza 2 – Podatność na zanieczyszczenie Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) Arcadis Ekokonrem Sp. z o.o., Warszawa.

Witczak S., Żurek A., 2008 – Problemy związane z uwzględnieniem przepływu nienaruszalnego przy ocenie dyspozycyjnych zasobów wodnych. Materiały na XVII sympozjum naukowo-techniczne pt. Zrównoważone gospodarowanie zasobami wód podziemnych na terenach przekształconych antropogenicznie, Częstochowa 17–18 kwietnia 2008, str: 38–48.

Witowski K., Filipkowski A., Gromiec M., 2008 – Obliczanie przepływu nienaruszalnego. Poradnik”. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa.

Wydzielenie rejonów wodno-gospodarczych dla potrzeb zintegrowanego zarządzania zasobami wód podziemnych i powierzchniowych kraju. Region wodny Warty, obszar działalności RZGW w Poznaniu. Podział na rejonów wodno-gospodarcze. Państwowy Instytut Geologiczny–Państwowy Instytut Badawczy, państwowa służba hydrogeologiczna, Warszawa 2007.

<http://peseta.jrc.es/docs/ClimateModel.html>



## 14. Cytowane Ustawy i rozporządzenia

Dyrektywa 91/676/EWG z dnia 12 grudnia 1991 r. dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego (zwaną dyrektywą azotanową) (Dz.U.WE L 375 z 31.12.1991).

Prawo geologiczne i górnicze. USTAWA z dnia 4 lutego 1994 r. Dz. U. 94.27.96 z dnia 1 marca 1994 r., (z późn. zm.).

Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnego działania w dziedzinie polityki wodnej (inaczej Ramowej Dyrektywy Wodna).

Technical support in the relation to the implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC). A user guide to the article 13 (river basin management plans) sch.

Prawo Ochrony Środowiska. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – jednolity tekst, Dz. U. 2006, Nr 129, poz. 902.

Technical Report No. 1: Statistical aspects onf the identification of groundwater pollution trends and aggregation of monitoring results – WG 2.8 Statistics (2001)

Prawo wodne. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Dz. U. 2005 r. Nr 239, poz. 2019, z późn. zm.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 3 października 2005 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie (Dz. U. Nr 201, poz. 1673).

European Environment Agency, 2005 – Nutrients in freshwater (CSI 020) – Assessment published Nov 2005; <http://themes.eea.europa.eu/IMS/CSI>

Dyrektywa 2006/118/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 grudnia 2006 r. w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu (inaczej Dyrektywa Wód podziemnych).

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi Dziennik Ustaw nr 61, poz. 417.

DYREKTYWA 2007/2/WE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY z dnia 14 marca 2007 r. ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej (INSPIRE).

European Environment Agency – Drafting group State of Environment and Trends under WG D – Reporting. 6th meeting, 12 June 2007, Copenhagen.

European Commission (2008) – Draft Commission Directive of [Day Month 2008] laying down, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, technical specifications for chemical analysis and monitoring of water status. 10575/08 ENV 365.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych, Dz. U. z dnia 6 sierpnia 2008 r.)