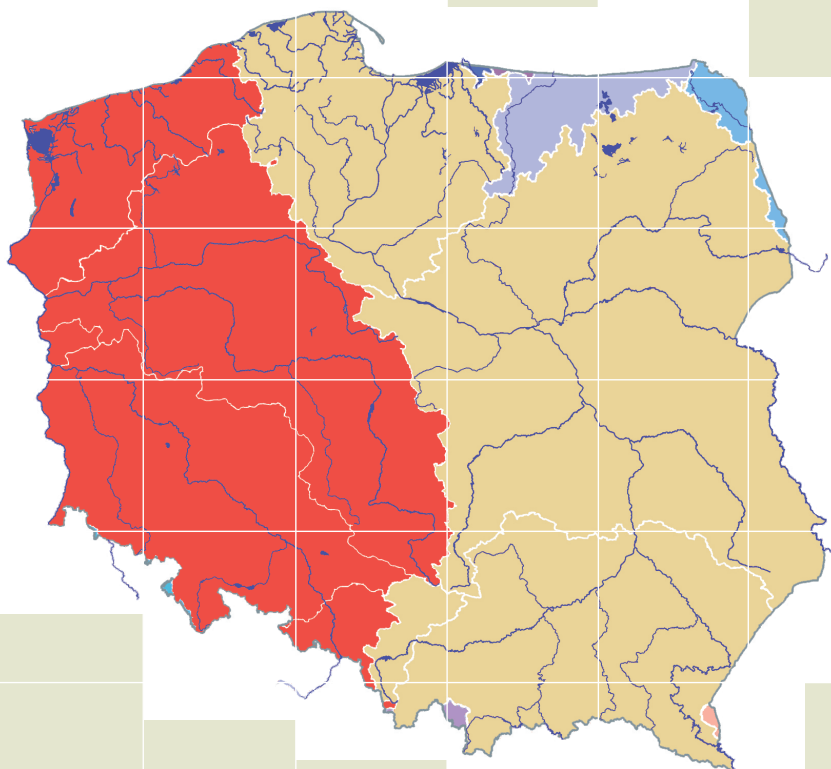


BILANS WODNOGOSPODARCZY WÓD PODZIEMNYCH Z UWZGLĘDNIENIEM ODDZIAŁYWAŃ Z WODAMI POWIERZCHNIOWYMI W POLSKIEJ CZĘŚCI DORZECZA ODRY



Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

Elżbieta Przytuła, Sławomir Filar, Grzegorz Mordzonek

BILANS WODNOGOSPODARCZY WÓD PODZIEMNYCH Z UWZGLĘDNIENIEM ODDZIAŁYWAŃ Z WODAMI POWIERZCHNIOWYMI W POLSKIEJ CZĘŚCI DORZECZA ODRY

Informator

PAŃSTWOWEJ SŁUŻBY HYDROGEOLOGICZNEJ



Wykonano na zamówienie
Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej
za środki wypłacone przez Narodowy Fundusz
Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

**Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
Warszawa 2013**

Redakcja i projekt typograficzny: *Michał Dziubiel, Paweł Zawada*

Akceptował do druku dnia 28.03.2013 r.
Zastępca dyrektora Państwowego Instytutu Geologicznego –
Państwowego Instytutu Badawczego
Dyrektor ds. państwowej służby hydrogeologicznej
dr Lesław Skrzypczyk

© Copyright by Państwowy Instytut Geologiczny –
Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2013

ISBN 978-83-7863-252-8

Adres redakcji:
Zakład Publikacji
Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; tel. 22 459 2480

Druk: Drukarnia Braci Grodzickich S.J., ul. Geodetów 47a, 05-500 Piaseczno

SPIS TREŚCI

Wstęp	5
1. Formalne i merytoryczne uwarunkowania bilansu wodnogospodarczego	7
2. Definicje wybranych pojęć	13
3. Stan rozpoznania zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania	19
4. Charakterystyka dorzecza Odry z wydzieleniem głównych typów jednostek bilansowych	24
4.1. Jednostki bilansowe w regionie wodnym Górnej Odry	24
4.2. Jednostki bilansowe w regionie wodnym Środkowej Odry	28
4.3. Jednostki bilansowe w regionie wodnym Warty	33
4.4. Jednostki bilansowe w regionie wodnym Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego	40
5. Wyniki bilansu wodnogospodarczego z uwzględnieniem oddziaływań z wodami powierzchniowymi	46
5.1. Region wodny Górnej Odry	46
5.2. Region wodny Środkowej Odry	52
5.3. Region wodny Warty	60
5.4. Region Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego	66
6. Podsumowanie wyników	77
Literatura	84

WSTĘP

Państwowa służba hydrogeologiczna (PSH) została powołana na mocy ustawy Prawo wodne z dnia 18 lipca 2001 roku (tekst jedn.: DzU z 2012 r., poz. 145 ze zmianami) a jej zadania wykonuje Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy.

Ustawa Prawo wodne implementuje zapisy dyrektyw Unii Europejskiej, regulujących zagadnienia związane z gospodarką wodną i ochroną wód przed zagrożeniami, w tym m.in. Dyrektywy 2000/60/WE ustanawiającej ramy działań Unii Europejskiej w dziedzinie polityki wodnej, Dyrektywy 2006/118/WE w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniami i pogorszeniem ich stanu oraz Dyrektywy 91/676/EWG dotyczącej ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego.

Zgodnie z zapisem art. 102 ustawy Prawo wodne, państwowa służba hydrogeologiczna wykonuje zadania państwa na potrzeby rozpoznawania, bilansowania i ochrony wód podziemnych w celu ich racjonalnego wykorzystania przez społeczeństwo i gospodarkę. Celem funkcjonowania państwowej służby hydrogeologicznej jest ograniczenie degradacji wód podziemnych przeznaczonych głównie do konsumpcji oraz dążenie do prawidłowego gospodarowania zasobami wód podziemnych, stanowiących podstawę zaopatrzenia w wodę do spożycia około 70% ludności Polski. Jest to zgodne z przyjętą polityką ekologiczną państwa.

Wyniki prac państwowej służby hydrogeologicznej (Działalność..., 2011, 2012) są wykorzystywane przez organy władzy publicznej do realizacji polityki zrównoważonego rozwoju państwa, w tym przy wykonywaniu zadań osłonowych w zakresie gospodarki wodnej, przy sporządzaniu raportów i sprawozdań dla Komisji Europejskiej, wynikających z realizacji wspomnianych dyrektyw.

Niniejsze opracowanie, wydane w serii *Informator państwowej służby hydrogeologicznej*, jest drugą częścią cyklu publikacji prezentującej wyniki prac prowadzonych przez PSH w ramach zadania „Ustalenie możliwych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych i przeprowadzenie bilansu wodnogospodarczego z uwzględnieniem oddziaływań z wodami powierzchniowymi”. Pierwsza część, wydana na początku 2012 roku odnosiła się do dorzecza Wisły (Herbich, Przytuła, 2012), w drugiej – przedstawiono podsumowanie prac przeprowadzonych dla dorzecza Odry. Ostatnia, trzecia część będzie dotyczyć polskiej części dorzeczy Niemna, Pregoly, Jarftu, Dunaju, Łaby, Dniestru, Świeżej i Ücker. Obszary dorzeczy zdefiniowano zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 27 czerwca 2006 roku w sprawie przebiegu granic obszarów dorzeczy i regionów wodnych (DzU Nr 126, poz. 878).

W niniejszym tomie przypomniano definicje podstawowych pojęć użytych w opracowaniu. Zagadnienia metodyczne ustalania bilansu wodnogospodarczego wód podziemnych z uwzględnieniem oddziaływań z wodami powierzchniowymi opisano szczegółowo w pierwszej części cyklu (Herbich, Przytuła, 2012).

Obliczenia elementów bilansu wodnogospodarczego wód podziemnych w dorzeczu Odry wykonali w ramach działalności państwowej służby hydrogeologicznej w latach 2008–2011 hydrogeolodzy z Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego w kooperacji z firmą Hydroconsult Spółka z o.o. w następującym składzie: Stanisław Dąbrowski, Witold Rynarzewski, Renata Straburzyńska-Janiszewska, Beata Janiszewska, Maria Dąbrowska, Michalina Flieger, Andrzej Pawlak, Jerzy Późniak (Hydroconsult Spółka z o.o. Oddział w Poznaniu) – dla regionu wodnego Warty; Czesław Nowakowski, Krzysztof Nowicki, Barbara Grzebułska, Alicja Sobolewska, Łukasz Sopel, Tobiasz Traczyk, Magdalena Woźniak (Hydroconsult Spółka z o.o. Oddział w Warszawie) – dla regionów wodnych Środkowej Odry, Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego; Marcin Zembal, Anna Stachura, Ewelina Zawadzka (PIG-PIB Oddział Górnośląski w Sosnowcu) – dla regionu Górnej Odry. W opracowaniu brali udział: Sławomir Filar, Piotr Gałkowski, Piotr Herbich, Grzegorz Mordzonek, Grzegorz Olesiuk i Elżbieta Przytuła.

W trakcie realizacji tematu przeprowadzono liczne konsultacje naukowe, dotyczące wybranych zagadnień z dziedziny metodyki zestawiania bilansów wodnogospodarczych wód podziemnych i wód powierzchniowych oraz regionalnych zagadnień gospodarki wodnej obszaru Polski. Konsultantami byli: Iwona Biedroń, Stanisław W. Czaja, Dorota Dybkowska-Stefek, Marek Kachnic, Jacek Kapuściński, Andrzej Kowalczyk, Bohdan Kozerski, Arkadiusz Krawiec, Aleksandra Macioszczyk, Marek Michniewicz, Jan Przybyłek, Sylwester Tyszewski, Tomasz Walczykiewicz oraz Beniamin Więzik.

Opracowanie jest adresowane głównie do administracji państwowej i samorządowej, hydrogeologów oraz osób i instytucji zajmujących się gospodarką wodną i szeroko rozumianą ochroną środowiska.

1. FORMALNE I MERYTORYCZNE UWARUNKOWANIA BILANSU WODNOGOSPODARCZEGO

Zachowanie nadrzędnej zasady zrównoważonego rozwoju wymaga korzystania z zasobów wodnych w sposób zapewniający zaspokojenie potrzeb przyszłych pokoleń i zgodny z ochroną środowiska. Stopień wykorzystania zasobów wód podziemnych jest kontrolowany za pomocą bilansu wodnogospodarczego, w którym jest porównywany pobór wód podziemnych z zasobami dostępnymi do zagospodarowania.

Zgodnie z celem wyznaczonym przez Dyrektywę 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r., ustanawiającą ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej – zwaną dalej Ramową Dyrektywą Wodną lub w skrócie RDW – jakim jest osiągnięcie i utrzymanie dobrego stanu wód podziemnych, stanowiących źródło zaopatrzenia w wodę pitną i czynnik kształtujący stan ekosystemów od nich zależnych, za zasoby dostępne do zagospodarowania jest uznawana średnia z wielolecia wielkość całkowitego zasilania wód podziemnych określonego obszaru bilansowego, pomniejszona o średnią z wielolecia wielkość przepływu wymaganego do osiągnięcia celów jakości ekologicznej dla związanych z nimi wód powierzchniowych i ekosystemów lądowych zależnych od wód podziemnych oraz określona z zachowaniem warunku nie pogarszania stanu chemicznego wód podziemnych (patrz rozdz. 2).

Podstawowym etapem oceny stanu ilościowego wód podziemnych w analizowanej jednostce hydrogeologicznej jest analiza wyniku bilansu zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania i poboru wód podziemnych.

Należy podkreślić, że elementy uwzględniane w ocenie stanu ilościowego wód podziemnych (zasilanie i pobór wód podziemnych, ekologiczne wymagania ekosystemów wodnych i lądowych zależnych od wód podziemnych oraz zmiany chemizmu wód podziemnych) są określane z różnym stopniem dokładności i wiarygodności. Zarówno one, jak i czynniki kształtujące ich wielkość są dynamicznie zmienne w czasie i przestrzeni, a ich przebieg nie jest w pełni rozpoznany ani pod względem ilościowym, ani jakościowym.

Zasoby wód podziemnych obszaru bilansowego dostępne do zagospodarowania są wyznaczone jako część zasobów odnawialnych poziomów wodonośnych o właściwościach użytkowych – spełniających wymagania hydrogeologicznych i technicznych kryteriów do ujmowania wód podziemnych przez użytkowników, o poborze i potrzebach wodnych uwzględnianych w bilansie wodnogospodarczym. Użytkowe poziomy wodonośne obszaru bilansowego wykazują zróżnicowane warunki hydrogeologiczne do infiltracji wód opadowych, wpływające na stopień ich zależności od sytuacji hydrologicznej w okresach reprezentatywnych dla oceny zasobowej. Zróżnicowanie warunków hydrogeologicznych zmienia się od sytuacji bezpośredniego zasilania infiltracyjnego opadami atmosferycznymi poprzez strefę aeracji do poziomu

o swobodnym zwierciadle wody, po sytuację pośredniego przesączania do poziomu wgłębnego o napiętym zwierciadle przez jego nadkład, zbudowany z kilku płytszych poziomów wodonośnych. W pierwszym przypadku zasoby dostępne do zagospodarowania powinny być ustalane z uwzględnieniem zasilania wód podziemnych średniego w kilkuletnich okresach posusznych, w drugim przypadku zasoby dostępne mogą być wyznaczane na podstawie wartości średnich z wielolecia, tzw. normalnego.

Ustalanie odnawialnych zasobów wód podziemnych i zasobów dyspozycyjnych jako dostępnych do zagospodarowania, identyfikacja poboru wód podziemnych oraz przeprowadzanie bilansu zasobów i poboru jest dokonywane w jednostce bilansowej, stanowiącej część obszaru bilansowego (patrz rozdz. 2). Podstawową jednostką bilansową jest rejon wodnogospodarczy, wydzielany z uwzględnieniem właściwości hydrogeologicznych oraz warunków hydrodynamicznych, kształtowanych związkiem wód podziemnych z powierzchniowymi i presją antropogeniczną (Herbich i in., 2007; Herbich, 2011). Istotnym warunkiem wydzielenia rejonu wodnogospodarczego jest istnienie możliwości identyfikacji czasowej zmienności odpływu wód podziemnych do rzek w przekroju wodowskazowym z wieloletnimi pomiarami, jako podstawy do przeprowadzenia hydrologicznej analizy dynamiki odnawialności zasobów wód podziemnych. Analiza ta prowadzi do określenia zasad przeprowadzania jednolitego bilansu wodnogospodarczego zasobów i użytkowania wód powierzchniowych i podziemnych, niezbędnego do opracowania warunków korzystania z wód zlewni i regionu wodnego (Tyszewski i in., 2008).

W metodyce przeprowadzania jednolitego bilansu wodnogospodarczego, do bilansu wód powierzchniowych są wprowadzane przepływy rzeczne, uprzednio skorygowane o wpływ zagospodarowania wód podziemnych – poboru i zrzutu powstałych ścieków (Herbich, Tyszewski, 1994a, b; Herbich, 1997, 2002a).

Potrzeby wodne ekosystemów zależnych od wód podziemnych są w różny sposób definiowane, podobnie jak kryteria ograniczające dopuszczalny stopień antropogenicznego przekształcenia stanu pola hydrodynamicznego wód podziemnych – położenia zwierciadła, bilansu wód podziemnych, kierunków przepływu wód podziemnych. Wystarczy wskazać na problemy formalne i metodyczne związane z wyznaczeniem wielkości przepływu nienaruszalnego rzeki jako kryterium ograniczającego stopień zagospodarowania wód podziemnych w zlewni, z której zachodzi zasilanie rzeki.

Ustawa Prawo wodne kwalifikuje pobór wód – w tym podziemnych – jako użytkowanie zwykle, na potrzeby wodne niższe niż $5 \text{ m}^3/\text{d}$ i nie wymagające pozwolenia wodnoprawnego (tym samym bez rejestrowania, opomiarowania poboru i wnoszenia opłat) oraz jako użytkowanie szczególne, wymagające uzyskania pozwolenia wodnoprawnego, co jest związane z obowiązkiem opomiarowania poboru i odprowadzanych ścieków.

Nieopomiarowany pobór na potrzeby licznych indywidualnych gospodarstw domowych i rolnych, jeżeli jest prowadzony z własnych studzien ujmujących poziom użytkowy, może mieć istotny, choć nieznany, udział w bilansie wodnogospodarczym obszaru. Praktyka wskazuje również na istnienie nierejestrowanego poboru wód podziemnych, choć w rzeczywistości wymagającego pozwolenia wodnoprawnego, często wielokrotnie przekraczającego wartość $5 \text{ m}^3/\text{d}$ (np. nawadnianie upraw rolnych), co także może stanowić znaczący udział w całkowitym poborze wód podziemnych z bilansowanego obszaru.

Opisane trudności w ustalaniu danych wejściowych do określania odnawialnych i dostępnych zasobów wód podziemnych oraz do bilansu wodnogospodarczego mają zatem charakter

zarówno formalny, jak i metodyczny. Związane są z nimi określone problemy, które powinny być uwzględniane w sposobie przeprowadzenia bilansu wodnospodarczego, jeżeli jego wynik ma być w możliwie wysokim stopniu wiarygodną podstawą do oceny stanu rezerw zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania, ustalania warunków korzystania z wód, wydawania decyzji administracyjnych do udzielania pozwoleń wodnoprawnych, weryfikacji i optymalizacji użytkowania wód.

Zasoby wód podziemnych, rozumiane jako możliwe do zagospodarowania, są ustalane w Polsce od 1994 r. jako zasoby dyspozycyjne w trybie formalnym i metodycznym, zgodnym z obowiązującym Prawem geologicznym i górniczym – Ustawa z dnia 9.06.2011 r. – DzU Nr 163, poz. 981 (a wcześniej: Ustawa z dnia 4.02.1994 r. – DzU Nr 27, poz. 96), do którego przepisy wykonawcze sprecyzowano w Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej z dnia 23.12.2011 r. – DzU Nr 291, poz. 1714 (a wcześniej: Rozp. MOŚZNiL z dnia 23.08.1994 r. – DzU Nr 93, poz. 444; Rozp. MŚ z dnia 3.10.2005 r. – DzU Nr 201, poz. 1673).

Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych, ustalane w dokumentacjach hydrogeologicznych zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska obowiązującym od 1.01.2012 r. (DzU Nr 291, poz. 1714), są określane jako zasoby wód podziemnych możliwe do zagospodarowania w określonych warunkach środowiska i hydrogeologicznych, bez wskazywania lokalizacji i warunków techniczno-ekonomicznych ujęć. Zasady ustalania dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych sprecyzowano w poradniku metodycznym (Paczyński i in., 1996).

Akcesja do Unii Europejskiej wymagała pełnej implementacji formalnych ustaleń Ramowej Dyrektywy Wodnej do prawodawstwa krajowego, co spowodowało rozszerzenie zapisu definicji zasobów dyspozycyjnych o kryteria oceny dobrego stanu wód podziemnych (patrz rozdz. 2).

Metodyka ustaleń zasobowych i bilansowych stosowanych w pracach realizowanych w ramach zadania „Ustalenie możliwych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych i przeprowadzenie bilansu wodnospodarczego z uwzględnieniem oddziaływań z wodami powierzchniowymi” uwzględnia wymagania kryteriów wprowadzonych definicjami dobrego stanu ilościowego wód podziemnych i dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych z dokładnością analiz uwzględniających identyfikację dynamiki odpływu podziemnego w przekrojach wodowskazowych zlewni rzecznych i poborów wód podziemnych określanych na podstawie wnoszonych opłat.

Prowadzona przez państwową służbę hydrogeologiczną inwentaryzacja udokumentowania zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych wykazała, że według stanu na 31.12.2012 r. zgodnie z Prawem geologicznym i górniczym zasoby dyspozycyjne ustalono dla obszarów o łącznej powierzchni 174 329,6 km² (56% powierzchni kraju).

Dla pozostałej części obszaru kraju, nie objętej do tej pory udokumentowaniem zasobów dyspozycyjnych, podstawą sporządzania bilansu wodnospodarczego są zasoby perspektywiczne wód podziemnych. Definiowane są jako ustalone szacunkowo – w sposób uproszczony i tymczasowo (patrz rozdz. 2) – zasoby wód podziemnych użytkowych pięter/ poziomów wodonośnych możliwe do zagospodarowania, z uwzględnieniem potrzeby zachowania określonego stanu ekosystemów od nich zależnych (Herbich i in., 2003; Herbich, 2005).

Zgodnie z ustawą Prawo wodne (DzU z 2012 r., poz. 145, art. 3) zarządzanie zasobami wodnymi jest realizowane z uwzględnieniem podziału państwa na obszary dorzeczy i regiony wodne. Ustalono następujące obszary dorzeczy (fig. 1):

1) obszar dorzecza Wisły obejmujący, oprócz dorzecza Wisły znajdującego się na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, dorzecza Słupi, Łupawy, Łeby, Redy oraz pozostałych rzek uchodzących bezpośrednio do Morza Bałtyckiego na wschód od ujścia Słupi, a także wpadających do Zalewu Wiślanego;

2) obszar dorzecza Odry obejmujący oprócz dorzecza Odry znajdującego się na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, także dorzecza Regi, Parsęty, Wieprzy oraz pozostałych rzek uchodzących bezpośrednio do Morza Bałtyckiego na zachód od ujścia Słupi, a także wpadających do Zalewu Szczecińskiego;

3) obszary dorzeczy: Dniestru, Dunaju, Jarft, Łaby, Niemna, Pregoly, Świeżej, Ůcker – obejmujące znajdujące się na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej części międzynarodowych dorzeczy.

Zgodnie z rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 27 czerwca 2006 r. w sprawie przebiegu granic obszarów dorzeczy i regionów wodnych (DzU Nr 126, poz. 878 § 4) Polskę podzielono na 21 regionów wodnych:



Fig. 1. Podział Polski na dorzecza i wybrane regiony wodne

-
- | | |
|-----------------------------|---|
| 1) obszar dorzecza Wisły: | – region wodny Małej Wisły
– region wodny Górnej Wisły
– region wodny Środkowej Wisły
– region wodny Dolnej Wisły |
| 2) obszar dorzecza Odry: | – region wodny Górnej Odry
– region wodny Środkowej Odry
– region wodny Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego
– region wodny Warty |
| 3) obszar dorzecza Dniestru | – region wodny Dniestru |
| 4) obszar dorzecza Dunaju: | – region wodny Czarnej Orawy
– region wodny Czadeczki
– region wodny Morawy |
| 5) obszar dorzecza Jarft | – region wodny Jarft |
| 6) obszar dorzecza Łaby: | – region wodny Izery
– region wodny Łaby i Ostrożnicy (Upa)
– region wodny Metuje
– region wodny Orlicy |
| 7) obszar dorzecza Niemna | – region wodny Niemna |
| 8) obszar dorzecza Pregoly | – region wodny Łyny i Węgorapy |
| 9) obszar dorzecza Świeżej | – region wodny Świeżej |
| 10) obszar dorzecza Ücker | – region wodny Ücker. |

Najważniejsze z nich to obszary dorzeczy Wisły i Odry. Niniejsze opracowanie obejmuje obszar dorzecza Odry ze zlewniami rzek Przymorza Zachodniego.

Zgodnie z paragrafem 5 wspomnianego rozporządzenia regiony wodne są objęte zasięgiem terytorialnym regionalnych zarządów gospodarki wodnej (fig. 2):

- Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Gdańsku, z siedzibą w Gdańsku, obejmujący region wodny Dolnej Wisły;
- Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Gliwicach, z siedzibą w Gliwicach, obejmujący region wodny Małej Wisły, region wodny Górnej Odry, region wodny Czadeczki;
- Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie, z siedzibą w Krakowie, obejmujący region wodny Górnej Wisły, region wodny Czarnej Orawy, region wodny Dniestru;
- Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Poznaniu, z siedzibą w Poznaniu, obejmujący region wodny Warty;
- Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Szczecinie, z siedzibą w Szczecinie, obejmujący region wodny Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego oraz region wodny Ücker;



Fig. 2. Zasięg terytorialny regionalnych zarządów gospodarki wodnej

Uwaga: numeracja dotyczy obszarów bilansowych wydzielonych w regionach wodnych objętych zasięgiem działalności poszczególnych regionalnych zarządów gospodarki wodnej

- Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie, z siedzibą w Warszawie, obejmujący region wodny Środkowej Wisły, region wodny Jarft, region wodny Niemna, region wodny Łyny i Węgorapy, region wodny Świeżej;
- Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej we Wrocławiu, z siedzibą we Wrocławiu, obejmujący region wodny Środkowej Odry, region wodny Morawy, region wodny Izery, region wodny Łaby i Ostrożnicy (Upa), region wodny Metuje, region wodny Orlicy.

2. DEFINICJE WYBRANYCH POJĘĆ

W rozdziale zestawiono definicje głównych pojęć używanych w niniejszym opracowaniu – ich zapis jest zgodny z dokumentami źródłowymi (w nawiasie podano źródło definicji) albo częściowo rozszerzony i uzupełniony, albo wprowadzony na potrzeby realizowanego zadania (co również zaznaczono w nawiasie).

Stan wód podziemnych (wg RDW) – ogólne określenie stanu jednolitych części wód podziemnych (JCWPd), wyznaczonego przez stan ilościowy i chemiczny wód podziemnych. Dobry stan wód podziemnych oznacza taki stan osiągnięty przez JCWPd, w którym zarówno stan ilościowy, jak i chemiczny określono jako co najmniej „dobre”. W zakresie ilościowym oznacza to, że dostępne zasoby wodne JCWPd przekraczają długoterminową średnioroczną wielkość poboru, natomiast w zakresie chemicznym – że stężenia zanieczyszczeń nie przekraczają standardów jakości, zgodnych z odpowiednimi przepisami Wspólnoty Europejskiej, nie wykazują dopływu naturalnych wód słonych lub wód z wysokimi zawartościami wcześniej niewymienionych składników. W procedurze przeprowadzania oceny ilościowego stanu wód podziemnych jednostką wyznaczoną do bilansowania zasobów i poboru wód podziemnych jest jednolita część wód podziemnych.

Dobry stan wód podziemnych (wg RDW) oznacza stan osiągnięty przez część wód podziemnych, jeżeli zarówno jej stan ilościowy, jak i chemiczny określono jako co najmniej „dobre”, co oznacza, że zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju, osiągnięto możliwe do uzyskania cele środowiskowe ustalone dla ekosystemów zależnych od wód podziemnych i cele w zakresie zaspokajania racjonalnie uzasadnionych potrzeb wodnych ludności (na podst. RDW).

Dostępne zasoby wód podziemnych (wg RDW) oznaczają długoterminową średnią roczną wielkość całkowitego zasilania określonej części wód podziemnych pomniejszonego o długoterminową roczną wielkość przepływu wymaganego do osiągnięcia wyszczególnionych na mocy art. 4 celów jakości ekologicznej związanych z określoną częścią wód podziemnych, tak żeby uniknąć jakiegokolwiek znacznego obniżenia stanu ekologicznego takich wód oraz żeby uniknąć wszelkich szkód w związanych z nimi ekosystemach lądowych.

Stan ilościowy (wg RDW) jest określeniem stopnia, w jakim pobór wody ma bezpośrednio i pośrednio wpływ na jednolitą część wód podziemnych. **Dobry stan ilościowy JCWPd** oznacza taki stan, w którym położenie zwierciadła wód podziemnych jest kształtowane w warunkach nieprzekraczania dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych przez pobór wód z danej jednolitej części wód podziemnych (w wartościach zasobów i poborów średniorocznych – długoterminowych), co oznacza, że położenie zwierciadła wód podziemnych nie podlega zmianom antropogenicznym, które mogłyby spowodować:

- niespełnienie celów środowiskowych przez wody powierzchniowe związane z wodami podziemnymi;

- znaczne szkody w ekosystemach lądowych bezpośrednio uzależnionych od części wód podziemnych;
- trwale zmiany kierunku przepływu wód podziemnych i związany z tymi zmianami napływ wód słonych lub innych (ingresje wód morskich, ascenzje wód zasolonych lub innych mogących wpłynąć na pogorszenie stanu chemicznego wód podziemnych).

Jednolita część wód podziemnych (JCWPd) (wg RDW – rozszerzone) oznacza określoną objętość wód podziemnych występującą w obrębie warstwy wodonośnej lub zespołu warstw wodonośnych. Wydzielana jest jako zbiorowisko wód podziemnych, występujących w warstwie lub warstwach wodonośnych, stanowiących lub mogących stanowić źródło wody do spożycia znaczące w zaopatrzeniu ludności lub istotne do kształtowania pożądanego stanu wód powierzchniowych i ekosystemów lądowych. Wyznaczenie i monitorowanie jednolitych części wód podziemnych ma zapewnić możliwość utrzymania lub osiągnięcia – w określonym czasie i zakresie – dobrego stanu wód podziemnych, lub ustalenia mniej wymagających celów do stanu wód podziemnych, w przypadku gdy osiągnięcie stanu dobrego jest społecznie, technicznie lub ekonomicznie nieuzasadnione.

Zasoby dyspozycyjne (ZD) (Rozporządzenie MOŚZNiL z dnia 23.08.1994 r. oraz z dnia 3.10.2005 r., obowiązujące do 31.12.2011 r.) to ilość wód podziemnych możliwa do pobrania z obszaru bilansowego w określonych warunkach środowiska i hydrogeologicznych, bez wskazywania szczegółowej lokalizacji i warunków techniczno-ekonomicznych ujmowania wód. Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych ustalane są w przypadku:

- określania **stopnia zagospodarowania zasobów** wodnych i stanu dostępnych rezerw zasobowych w regionie wodnym, zlewni lub innym obszarze bilansowym;
- rozpoznawania terenów perspektywicznych do budowy ujęć wód podziemnych;
- bilansowania i weryfikacji zasobów eksploatacyjnych w rejonach o intensywnym, skupionym poborze wód podziemnych;
- wykonywania bilansu wodnogośpodarczego w celu ustalenia warunków korzystania z wód regionu wodnego lub zlewni.

Za **zasoby dyspozycyjne wód podziemnych** (Rozporządzenie MŚ z dn. 23.12.2011 r., obowiązujące od 1.01.2012 r.) uznawane są, z wyłączeniem zasobów dyspozycyjnych solanek, wód leczniczych i termalnych, zasoby wód podziemnych dostępne do zagospodarowania, stanowiące średnią z wielolecia wielkość całkowitego zasilania określonego obszaru bilansowego, pomniejszone o średnią z wielolecia wielkość przepływu wód, tak żeby nie dopuścić do znacznego pogorszenia stanu wód powierzchniowych związanych z wodami podziemnymi i do powstania znaczących szkód w ekosystemach lądowych zależnych od wód podziemnych, a także określone z zachowaniem warunku niepogarszania stanu chemicznego wód podziemnych. Ustalane są z uwzględnieniem istniejącego w obszarze przestrzennego zróżnicowania warunków zasilania, występowania, parametrów hydrogeologicznych i kontaktów hydraulicznych poziomów wodonośnych, przestrzennego rozkładu środowiskowych i hydrogeologicznych ograniczeń do stopnia zagospodarowania zasobów oraz przestrzennego rozkładu istniejącego użytkowania wód podziemnych, wyznaczonymi bez wskazywania szczegółowej lokalizacji i warunków techniczno-ekonomicznych ujmowania wód.

Zasoby perspektywiczne wód podziemnych (ZP) (Herbich i in., 2003) są to szacunkowo ustalone zasoby użytkowych pięter/ poziomów wodonośnych w określonych obszarach/ jednostkach bilansowych, możliwe do zagospodarowania z uwzględnieniem potrzeby zachowania określonego stanu ekosystemów od nich zależnych. Przez szacunkowy charakter ustala-

nia zasobów perspektywicznych jest rozumiany taki tok prac i obliczeń hydrogeologicznych, w którym stosowano metody przybliżonej oceny odnawialnych zasobów wód podziemnych, bez prowadzenia dodatkowych obserwacji terenowych oraz bez modelowego odwzorowania warunków hydrogeologicznych (obszaru/ jednostki bilansowej), zaś potrzeby wodne ekosystemów zależnych od wód podziemnych uwzględniono w sposób uproszczony, bez modelowej weryfikacji stopnia dopuszczalnego przekształcenia pola hydrodynamicznego i bilansu krążenia wód podziemnych. Potrzeby ekosystemów dolinnych są uwzględniane poprzez zachowanie rezerwy odpływu podziemnego do rzek w wysokości hydrobiologicznych przepływów nienaruszalnych.

Gwarantowane zasoby wód podziemnych dostępne do zagospodarowania (ZDGw) jednostki hydrogeologicznej (obszaru bilansowego, rejonu wodnogospodarczego) to zasoby ustalone z zachowaniem określonych wymogów środowiskowych w warunkach infiltracji opadów atmosferycznych średniej z reprezentatywnego cyklu lat posusznych, określone do kontroli stopnia utrzymania warunku dobrego stanu ilościowego wód podziemnych w rozumieniu Ramowej Dyrektywy Wodnej i jej implementacji do ustawy Prawo wodne oraz do sformułowania warunków korzystania z wód zlewni, obejmujących odpowiednie działania ochronne i optymalizacyjne.

Czas inercji (CI) – wskaźnik inercji systemu wodonośnego, jest miarą opóźnienia czasowego transformacji hydrodynamicznej układów krążenia wód podziemnych na zmianę czynnika zewnętrznego; zależy on od właściwości hydraulicznych i rozmiarów systemu wodonośnego (Szymanko, 1980). Może być wyznaczany z wykorzystaniem zależności analitycznych lub empirycznie. W określaniu reprezentatywnego okresu posusznego do oszacowania zasobów gwarantowanych do przeprowadzenia bilansu wodnogospodarczego oraz w doborze zlewni – analogów, jest stosowana empiryczna metoda szacowania czasu inercji. Jest to analiza zmienności (stosunku QG_{RMAX}/QG_{RMIN}) średniorocznego odpływu podziemnego QG_R w wieloletciu, uwzględniająca sumowanie się wybranych elementów kształtujących dynamikę zasilania, krążenia i drenażu zlewniowego systemu wód podziemnych (Herbich, 1983, 1997, 2002a, b; Byczkowski i in., 2001).

Obszar bilansowy (Rozporządzenie MŚ z dn. 23.12.2011 r.) – jednostka hydrogeologiczna, wytypowana w celu ustalenia zasobów odnawialnych i zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych wraz z oceną stopnia ich zagospodarowania, wydzielona ze względu na podobieństwo parametrów hydrogeologicznych lub warunków hydrodynamicznych.

Jednostka bilansowa – część obszaru bilansowego, wydzielona ze względu na podobieństwo parametrów hydrogeologicznych lub warunków hydrodynamicznych.

Rejon wodnogospodarczy wód podziemnych (Herbich i in., 2007) to **jednostka bilansowa**, obejmująca układ krążenia wód podziemnych w rozpoznanej strukturze hydrogeologicznej, ze zidentyfikowanymi pod względem położenia i wydatku strefami drenażu wód podziemnych (odpływ podziemny do rzek, pobór przez ujęcia, odwodnienia górnicze), o monitorowanych zmianach stanu retencji wód podziemnych i zdefiniowanych hydrodynamicznie granicach (wododziały podziemne, strefy kontaktu hydraulicznego z wodami powierzchniowymi, strefy nieprzepuszczalne), zasięgu wyznaczonym optymalnie do przeprowadzenia bilansu wodnogospodarczego w celu ustalenia warunków korzystania z wód, z uwzględnieniem komunalnych i gospodarczych potrzeb wodnych oraz wpływu zagospodarowania wód podziemnych na wody powierzchniowe i ekosystemy lądowe zależnych od wód podziemnych, zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju.

Bilans wodnogospodarczy wód podziemnych (Rozporządzenie MŚ z dnia 23.12.2011 r.) – porównanie wielkości zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych ze stanem ich zagospodarowania, dokonywane w celu wskazania istniejących w obszarze bilansowym albo w jednostce bilansowej rezerw lub deficytu zasobów wód podziemnych.

Bilans wodnogospodarczy wód podziemnych (Herbich i in., 2007) to opracowanie analityczno-rachunkowe wykonane dla określonego obszaru bilansowania wód podziemnych, obejmujące ilościowe i jakościowe porównanie dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych z poborami wód podziemnych sumarycznymi w obszarze bilansowania, które, w zależności od rodzaju bilansu, są wyrażone przez:

- **aktualny – rzeczywisty pobór wód podziemnych** ze wszystkich ujęć użytkowników zlokalizowanych w obszarze bilansowym, wymagających uzyskania pozwolenia wodnoprawnego, stwierdzony w okresie, dla którego jest sporządzany bilans, rejestrowany urządzeniami pomiarowymi i podlegający zgłaszaniu w celu naliczenia opłat za korzystanie z wód (bilans stanu aktualnego);
- **pobór wód podziemnych prawnie dopuszczalny** ze wszystkich ujęć użytkowników zlokalizowanych w obszarze bilansowym, wymagających uzyskania pozwolenia wodnoprawnego, określony w nabytych prawach do szczególnego korzystania z zasobów wód podziemnych jako średnioroczny pobór maksymalny dopuszczalny oraz pobór dopuszczalny w ramach zwykłego korzystania z zasobów tych wód przez gospodarstwa domowe w obszarach nie objętych zasilaniem z sieci wodociągowej (bilans stanu formalnoprawnego);
- **pobór prognozowany** wód podziemnych, niezbędny do pokrycia potrzeb użytkowników ujęć wód podziemnych zlokalizowanych w obszarze bilansowym, spodziewany w określonej perspektywie czasowej (bilans stanu perspektywicznego/ prognozowanego).

Celem bilansu wodnogospodarczego wód podziemnych są:

- ocena stanu użytkowania dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych i rozpoznanie zagrożeń równowagi ilościowej i jakościowej tych zasobów, w szczególności identyfikacja rezerw i deficytów dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych;
- ocena wpływu poborów i użytkowania wód podziemnych na stan wód powierzchniowych oraz ekosystemów lądowych zależnych od wód podziemnych;
- utworzenie podstaw do określenia warunków korzystania z wód jako dokumentu regulującego wydawanie i rewizję pozwoleń wodnoprawnych na pobór i odprowadzanie ścieków.

Bilans wodnogospodarczy wód powierzchniowych (Tyszewski i in., 2008) – rachunek obejmujący ilościowe porównanie zasobów wód powierzchniowych z potrzebami wodnymi użytkowników oraz kształtowanie i rozrząd tych zasobów z uwzględnieniem potrzeb użytkowników, ich ważności oraz wymagań przepływu i ograniczeń dyktowanych ochroną środowiska przyrodniczego. Ilościowy bilans zasobów wód powierzchniowych powinien uwzględniać w szczególności:

- ograniczenia dyktowane względami ekologicznymi, w tym zachowanie przepływów nienaruszalnych;
- hierarchię (kolejność zaspokajania) potrzeb wodnych, zgodną z koncepcją użytkowania wód na rozpatrywanym obszarze;
- powiązania z zasobami i użytkowaniem wód podziemnych (pobory wód oraz zrzuty ścieków i wód kopalnianych).

Celem tak zdefiniowanego bilansu są m.in.:

- ocena możliwości zaspokojenia ilościowych potrzeb wodnych użytkowników zaopatrywanych z wód powierzchniowych;
- ocena kształtowania się przepływów rzecznych, uwzględniająca przewidywane użytkowania zasobów wód i oddziaływania obiektów;
- ocena wielkości rezerw zasobów wód powierzchniowych;
- tworzenie podstaw do określania warunków korzystania z wód regionu wodnego lub zlewni rzecznej;
- tworzenie podstaw do przygotowania i weryfikacji pozwoleń wodnoprawnych na pobór wód i odprowadzanie ścieków;
- przygotowanie propozycji działań w zakresie kształtowania i rozwoju użytkowania wód powierzchniowych.

Jednolity bilans wodnogospodarczy jest specjalistycznym opracowaniem obejmującym przeprowadzenie bilansu wód podziemnych i powierzchniowych z uwzględnieniem wzajemnych oddziaływań. Jednolity charakter bilansu wodnogospodarczego jest realizowany poprzez określenie wpływu zagospodarowania wód podziemnych na przepływy rzek w przekrojach bilansowych określonej zlewni. Przepływy są scharakteryzowane w zależności od rodzaju bilansu:

- a) do bilansu dynamicznego – wieloletnimi ciągami wartości średnich okresowych przepływów dekadowych lub miesięcznych;
- b) do bilansu statycznego – wartościami o określonej gwarancji czasowej g wystąpienia, ustalonej na podstawie analizy statystycznej ciągu wieloletniego (najczęściej $g = 90, 94, 96, 98\%$) lub wartościami przepływów charakterystycznych (najczęściej SSQ, SNQ, NNQ).

Zlewnia podziemna – system hydrogeologiczny, którego wody podziemne zasilają dolinne strefy drenażowe zlewni rzecznej oraz ujęcia wód podziemnych, znajdujące się w obrębie działu wodnego zamykającego zlewnię rzeki po przekrój bilansowy wykonany na wodowskazie lub wyznaczony w ujściu rzeki do recypienta.

Obszar spływu wód podziemnych do ujęć – obszar, z którego wody podziemne zasilają ujęcie w ilościach równoważących jego pobór rzeczywisty średni w okresie, dla którego jest sporządzany bilans wodnogospodarczy wód podziemnych.

Dolinna strefa drenażowa – taras niski (podmokły) doliny rzecznej wraz z korytami występujących w niej wód powierzchniowych. W bilansie wodnogospodarczym jest ona rozpatrywana jako strefa drenażu ewapotranspiracyjnego wód podziemnych (transpiracji i parowania ze strefy saturacji na potrzeby wodne dolinnych ekosystemów mokradłowych i łąkowych) oraz drenażu korytowego tworzącego zasilanie podziemne rzek.

Drenaż ewapotranspiracyjny wód podziemnych (ETD) – parowanie i transpiracja ze strefy płytko zalegającego zwierciadła wód gruntowych dolinnego tarasu niskiego na potrzeby wodne ekosystemów mokradłowych i łąkowych, bilansowane napływem wód podziemnych spoza siedliska.

Infiltracja efektywna opadów atmosferycznych (IE) – infiltracja opadów docierająca do strefy saturacji wód podziemnych, tworząca zasoby odnawialne poziomów wodonośnych, w tym użytkowych poziomów wodonośnych, stanowiąca część przychodową bilansu hydrogeologicznego oraz bilansu wodnogospodarczego obszarów i jednostek bilansowych. W dynamicznym bilansie wodnogospodarczym, z uwzględnieniem wpływu poboru wód podziemnych na przepływy rzeczne, **infiltracja efektywna opadów do użytkowych warstw wodonośnych** jest wyrażana wieloletnim ciągiem wartości $IE_{CI(t)}$ średnich okresowych (najczęściej w miesięcznych przedziałach czasowych), charakteryzujących w sposób jednorodny (uśredniony) obszary zasilania

wód podziemnych zlewni zamkniętej przekrojem bilansowym. Ciąg ten tworzą średnie przesuwane wartości infiltracji IE_{CI} określone dla poprzedzającego dany okres t przedziału czasu równego inercji CI systemu wodonośnego.

Zasilanie podziemne dolinnych stref drenażowych (ZG) – odpływ wód podziemnych do dolinnych stref drenażowych w zlewni rzecznej, równoważący drenaż ewapotranspiracyjny wód podziemnych w obrębie tarasu niskiego i zasilanie podziemne rzek zlewni. W warunkach bilansu krótkoterminowego zasilanie to bierze udział w zmianach stanu retencji wód podziemnych dolinnej strefy drenażowej.

Użytkowy poziom wodonośny (UPW) (według instrukcji do *Mapy Hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000*, 2004) – warstwa lub zespół warstw wodonośnych, wykazujących dobrą łączność hydrauliczną, o parametrach ilości i jakości wód kwalifikujących do eksploatacji komunalnej: miąższość utworów wodonośnych ponad 5 m, wodoprzewodność ponad $50 \text{ m}^2/\text{d}$, wydajność potencjalna studni ponad $5 \text{ m}^3/\text{h}$; w Karpatach i Sudetach parametry te mogą być odpowiednio niższe: miąższość ponad 2 m, przewodność ponad $25 \text{ m}^2/\text{d}$, wydajność potencjalna studni ponad $2 \text{ m}^3/\text{h}$. Jakość wód poziomu użytkowego umożliwia ich wykorzystanie do zaopatrzenia ludności w wodę do spożycia z zastosowaniem powszechnie stosowanego w technice komunalnej.

Główny użytkowy poziom wodonośny (GUPW) (według instrukcji do *Mapy Hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000*, 2004) – pierwszy od powierzchni terenu poziom użytkowy, stanowiący podstawowe źródło zaopatrzenia w wodę, o dominującym zasięgu i zasobności na obszarze wydzielonej jednostki hydrogeologicznej *Mapy Hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000*.

Pierwszy poziom wodonośny (PPW) (według instrukcji do *Mapy Hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000*, 2004) – pierwsza od powierzchni warstwa wodonośna lub zespół warstw wodonośnych wykazujących wzajemną, dobrą łączność hydrauliczną. W schematyzacji warunków hydrogeologicznych, dokonywanej na potrzeby *Mapy Hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000*, ogólnie przyjmuje się, że warstwa lub zespół warstw wodonośnych, wchodzących w skład pierwszego poziomu wodonośnego, ma średnią wodoprzepuszczalność $k \geq 3 \text{ m/d}$, łączną miąższość $M \geq 2 \text{ m}$ (przy średnim stanie retencji), ciągłość występowania na obszarze $A \geq 2 \text{ km}^2$.

Wymienione kryteria powinny być spełnione w przeważającej części wydzielonej jednostki pierwszego poziomu wodonośnego. Na rozległych obszarach występowania płytkich wód podziemnych w warstwach niespełniających tych kryteriów jest wyróżniany pierwszy poziom wodonośny o znacznie zróżnicowanych warunkach hydrogeologicznych, gdy stanowi on ważne i powszechnie wykorzystywane źródło zaopatrzenia ludności w wodę, pozostaje w związku hydraulicznym z wodami powierzchniowymi i kształtuje stan ekosystemów zależnych od wód podziemnych, a jego zawodnienie ma charakter stały (choć może być ono sezonowo i rocznie zmienne).

Główny Zbiornik Wód Podziemnych (GZWP) (na podst. Dowgiałło i in. red., 2002) – zbiornik wydzielony ze względu na szczególne znaczenie regionalne dla obecnego i perspektywicznego zaopatrzenia ludności w wodę, spełniający określone kryteria ilościowe i jakościowe podstawowe: wydajność potencjalna otworu studziennego powyżej $70 \text{ m}^3/\text{h}$, wydajność ujęcia powyżej $10\,000 \text{ m}^3/\text{d}$, przewodność powyżej $10 \text{ m}^2/\text{h}$, a woda nadająca się do zaopatrzenia ludności w stanie surowym lub po jej ewentualnym prostym uzdatnieniu przy pomocy stosowanych obecnie i uzasadnionych ekonomicznie technologii. W obszarach deficytowych kryteria ilościowe mogą być znacznie niższe, lecz wyróżniające zbiornik o znaczeniu praktycznym na tle ogólnie mniej korzystnych warunków hydrogeologicznych.

3. STAN ROZPOZNANIA ZASOBÓW WÓD PODZIEMNYCH DOSTĘPNYCH DO ZAGOSPODAROWANIA

Zasoby wód podziemnych dostępne do zagospodarowania (ZDG) należy rozumieć jako ilość wody (określaną jako **zasoby dyspozycyjne (ZD)** lub **perspektywiczne (ZP)**), zależnie od stopnia udokumentowania) możliwą do trwałego gospodarczego wykorzystania bez naruszenia zasad ochrony środowiska i potrzeb przyszłych pokoleń w zakresie korzystania z zasobów wodnych (zrównoważonego rozwoju). Rezerwa wielkości zasobów dostępnych jest określana z marginesem niepewności co do wielkości poboru i przepływów nienaruszalnych w rzekach, zarówno w kontekście obecnych warunków hydrologicznych, jak i przewidywanych w ramach zmian globalnych. W odniesieniu do dostępnych zasobów wód podziemnych interpretacją obejmowane są zasoby udokumentowane, jako zasoby dyspozycyjne lub perspektywiczne.

Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych (patrz rozdz. 2) są od 1994 r. określane dokumentacją hydrogeologiczną zgodnie z obowiązującym rozporządzeniem Ministra Środowiska. W obszarach bilansowych dotychczas nieobjętych udokumentowaniem zasobów dyspozycyjnych, tymczasową podstawą do sporządzania bilansu wodnogospodarczego są zasoby perspektywiczne wód podziemnych (patrz rozdz. 2). Zasoby perspektywiczne wód podziemnych nie mogą być zatem podstawą do rewizji pozwoleń wodnoprawnych i do opiniowania zasobów eksploatacyjnych ujęć wód podziemnych, zwłaszcza w rejonach zagrożonych deficytem bilansu wodnogospodarczego.

Informacje o aktualnym stanie rozpoznania dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych znajdują się w bazie danych GIS zasobów dyspozycyjnych i perspektywicznych wód podziemnych, prowadzonej przez państwową służbę hydrogeologiczną w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym (Mordzonek, 2012).

Według stanu na dzień 31.12.2012 r., zasoby dyspozycyjne wód podziemnych ustalono dla obszarów o powierzchni stanowiącej łącznie 56% terenu kraju (tab. 1, fig. 3). W latach 1994–2012 opracowano 85 dokumentacji hydrogeologicznych w celu ustalenia zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych. Dokumentacje po pozytywnym zaopiniowaniu przez Komisję Dokumentacji Hydrogeologicznych (KDH) i przyjęciu przez Zamawiającego (Minister Środowiska) są składane w Narodowym Archiwum Geologicznym PIG-PIB w Warszawie oraz przekazywane do właściwych terytorialnie regionalnych zarządów gospodarki wodnej (RZGW).

Rozmieszczenie obszarów bilansowych o udokumentowanych zasobach dyspozycyjnych jest nierównomierne (fig. 3). Najwyższy stopień udokumentowania występuje w regionie wodnym Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego – na obszarze działalności RZGW Szczecin (96,6% powierzchni regionu), znaczny (69% powierzchni) – w regionie wodnym Dolnej Wisły (RZGW w Gdańsku), zaś najniższy w regionie wodnym Warty – na obszarze działalności RZGW Poznań (31,5% powierzchni regionu).

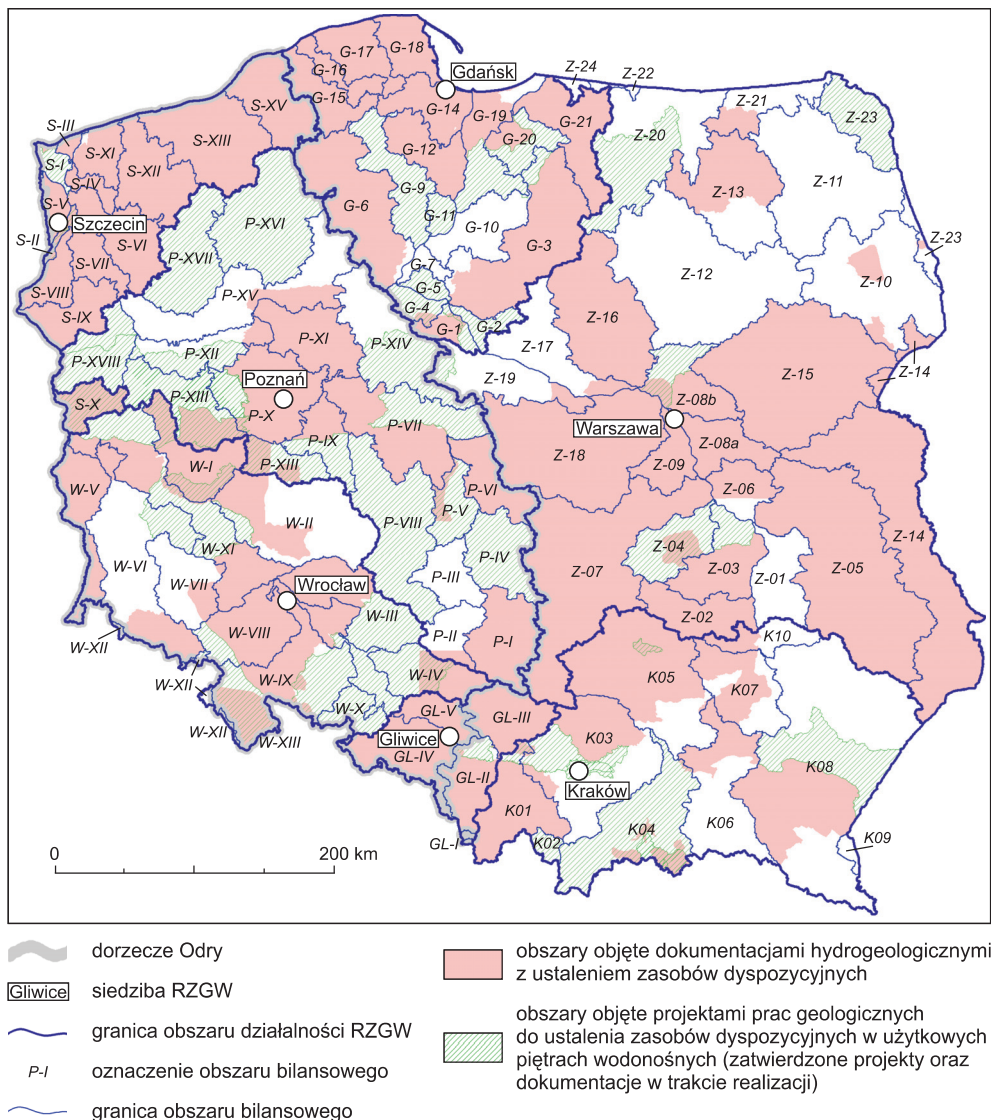


Fig. 3. Stan prac nad rozpoznaniem zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych w Polsce (31.12.2012 r.)

W regionie wodnym Środkowej Wisły – na obszarze działalności RZGW w Warszawie – rozpoznanie zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych objęło 61% powierzchni terenu, w zasięgu zlewni: Wieprza, Bugu, Pilicy, Wkry, Bzury, środkowej Radomki, Jezioroki oraz Wielkich Jezior Mazurskich. Poza układem zlewniowym udokumentowano zasoby dyspozycyjne dla paleogeńsko-neogeńskiego zbiornika wód podziemnych w centralnej części niecki mazowieckiej.

W regionie wodnym Dolnej Wisły – na obszarze działalności RZGW w Gdańsku – zasoby dyspozycyjne ustalono dla zlewni: Brdy, Drwęcy, Tażyny, Wierzycy i rzek Przymorza Wschodniego – Słupi, Łupawy, Łeby, Redy i Piaśnicy oraz Pasłęki i Baudy.

W regionie wodnym Środkowej Odry, administrowanym przez RZGW we Wrocławiu, udokumentowaniem zasobów dyspozycyjnych objęto najlepiej rozpoznane hydrogeologicznie fragmenty zlewni: Obrzycy, Baryczy, Widawy, Stobrawy, Małej Panwi, Nysy Łużyckiej, Bobru, Kaczawy, Bystrzycy i Nysy Kłodzkiej, stanowiące łącznie 50% powierzchni regionu.

W regionie wodnym Warty, administrowanym przez RZGW w Poznaniu, zasoby dyspozycyjne udokumentowano dla zlewni górnej Warty po Liswartę, międzyrzecza: Proсны i Warty, Neru, Welny oraz dla zlewni poznańskiego odcinka Warty. W granicach Wysoczyzny Leszczyńskiej, znajdującej się regionie wodnym Warty i w regionie Środkowej Odry, udokumentowano zasoby dyspozycyjne paleogeńsko-neogeńskiego zbiornika wód podziemnych.

W regionie wodnym Górnej Wisły (RZGW w Krakowie) zasoby dyspozycyjne udokumentowano dla obszarów obejmujących łącznie 41% terenu, położonych w obrębie: zlewni Soły, Wisłoka i środkowego Sanu, dopływów Wisły w północnej części zapadliska przedkarpackiego oraz kilku niewielkich zbiorników, w tym znajdujących się w rejonie Kielc.

W regionach wodnych Małej Wisły i Górnej Odry, administrowanych przez RZGW w Gliwicach, udokumentowano obszary obejmujące odpowiednio 90% powierzchni regionu Małej Wisły i 100% powierzchni regionu Górnej Odry. Udokumentowaniem zasobów dyspozycyjnych objęto zlewnie Przemszy oraz Górnej Odry i Kłodnicy. Poza układem zlewniowym udokumentowano zasoby triasu chrzanowskiego, triasu gliwickiego oraz Kotliny Oświęcimskiej.

Tabela 1

Stan rozpoznania zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych w podziale na obszary działalności regionalnych zarządów gospodarki wodnej (stan na 2012 r.)

Siedziba RZGW	Powierzchnia obszaru działalności RZGW [km ²]	Powierzchnia rejonów wodnogospodarczych o udokumentowanych zasobach dyspozycyjnych [km ²]	Powierzchnia rejonów wodnogospodarczych o nieudokumentowanych zasobach dyspozycyjnych [km ²]	Udział obszarów udokumentowanych [%]
Gdańsk	35 083,5	24 363,4	10 720,6	69
Gliwice	7 796,8	7 443,5	353,4	95
Kraków	43 702,9	18 106,2	25 596,8	41
Poznań	54 479,9	17 143,1	37 336,9	31
Szczecin	20 420,4	19 719,7	700,8	97
Warszawa	111 448,8	67 623,1	43 825,1	61
Wrocław	39 538,8	19 930,7	19 608,2	50
Obszar kraju	312 471,1	174 329,6	138 141,6	56

Uwaga: pola powierzchni wygenerowano automatycznie (jako atrybut) na podstawie zasięgów obszarowych poszczególnych klas obiektów w oprogramowaniu GIS (Geomedia Professional 6.0)

Ze względu na występowanie licznych obszarów bilansowych o szacunkowym stopniu rozpoznania zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania – jako zasobów perspektywicznych, pilnym zadaniem jest opracowanie dla tych obszarów dokumentacji ustalających zasoby dyspozycyjne wód podziemnych. Należy je wykonać w trybie formalnym z zakresu badawczym zgodnym z Ustawą prawo geologiczne i górnicze, z dokładnością wymaganą do określenia warunków korzystania z wód zlewni i programów działań do osiągnięcia dobrego stanu wód podziemnych. Dotyczy to w szczególności rejonów zagrożonych deficytem zasobowym, gdzie jest konieczne zoptymalizowanie gospodarki wodnej w zakresie eksploatacji wód podziemnych, m.in. przez rewizję pozwoleń wodnoprawnych na pobór wód.

Stopień udokumentowania zasobów dyspozycyjnych w Polsce systematycznie rośnie (Herbich, Przytuła, 2008; Herbich i in., 2011; Zalewska, 2011; Herbich, Przytuła, 2012). Do końca 2011 roku projekty prac geologicznych i dokumentacje hydrogeologiczne ustalające zasoby wód podziemnych na potrzeby bilansowania i ochrony tych zasobów zamawiał Minister Środowiska. Dokumentowanie zasobów dyspozycyjnych odbywało się na wyznaczonych obszarach, według kolejności wskazanej w dokumencie pt. „Kierunki badań w dziedzinie hydrogeologii (na lata 2008–2015)”, opracowanym w 2008 r. przez Departament Geologii i Koncesji Geologicznych MŚ. Obecnie (grudzień 2012) w różnym stopniu zawansowania jest wykonywanych 9 kolejnych dokumentacji hydrogeologicznych na podstawie zatwierdzonych projektów prac geologicznych. W tej liczbie 2 dokumentacje są na etapie końcowego odbioru przez Ministra Środowiska, a kolejne 7 zostanie wykonanych w 2013 r. Ponadto opracowano 18 projektów prac/ robót geologicznych w celu ustalenia zasobów dyspozycyjnych zwykłych wód podziemnych (fig. 3).

Tabela 2

Dostępne do zagospodarowania (dyspozycyjne i perspektywiczne) zasoby wód podziemnych w podziale na obszary działalności regionalnych zarządów gospodarki wodnej (stan na koniec 2012 r.)

Siedziba RZGW	Powierzchnia obszaru działalności RZGW [km ²]	Zasoby dyspozycyjne [m ³ /d]	Zasoby perspektywiczne [m ³ /d]	Zasoby dostępne do zagospodarowania [m ³ /d]
Gdańsk	35 083,5	2 547 474	1 038 330	3 585 804
Gliwice	7 796,8	1 312 622	65 000	1 377 622
Kraków	43 702,9	1 437 869	3 210 245	4 648 114
Poznań	54 479,9	1 840 966	5 151 963	6 992 931
Szczecin	20 420,4	2 677 859	25 273	2 703 133
Warszawa	111 448,8	6 692 043	5 651 721	12 343 764
Wrocław	39 538,8	2 188 551	2 524 631	4 713 182
Obszar kraju	312 471,1	18 697 384	17 667 163	36 364 547

Tabela 3

Dostępne do zagospodarowania (dyspozycyjne i perspektywiczne) zasoby wód podziemnych na obszarze dorzecza Odry (stan na 2012 r.)

Region wodny	Powierzchnia regionu wodnego [km ²]	Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych [m ³ /d]	Zasoby perspektywiczne wód podziemnych [m ³ /d]	Zasoby wód podziemnych dostępne do zagospodarowania (dyspozycyjne + perspektywiczne) [m ³ /d]
Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego	20 405,7	2 674 914	25 273	2 700 187
Warty	54 480,0	1 840 966	5 151 963	6 992 929
Środkowej Odry	39 299,7	2 188 551	2 495 631	4 684 182
Górnej Odry	3 829,8	518 962	0	518 962
Dorzecze Odry	118 015,2	7 223 393	7 672 867	14 896 260

Dostępne do zagospodarowania zasoby wód podziemnych, stanowiące sumę zasobów dyspozycyjnych i perspektywicznych, stanowią podstawę do przeprowadzenia oceny zasobów wodnych w obszarach dorzeczy i w regionach wodnych w granicach kraju. Sumaryczna ilość tych zasobów wynosi około 36,36 mln m³/d, tj. 13,27 km³/rok (stan rozpoznania na koniec 2012 r.), w tym 18,70 mln m³/d, tj. 6,82 km³/rok, ustalonych jako dyspozycyjne dla obszarów stanowiących 56% powierzchni kraju (tab. 1, 2).

W dorzeczu Odry, zdefiniowanym zgodnie z ustawą Prawo wodne (tekst jedn. DzU z 2012 r., poz. 145, art. 3), o powierzchni 118 tys. km², ilość zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania wynosi około 14,90 mln m³/d (5,44 km³/rok), w tym ustalonych jako dyspozycyjne – 7,22 mln m³/d (2,64 km³/rok) (tab. 3).

4. CHARAKTERYSTYKA DORZECZA ODRY Z WYDZIELENIEM GŁÓWNYCH TYPÓW JEDNOSTEK BILANSOWYCH

Odra jest drugą rzeką Polski, zarówno pod względem długości, jak i powierzchni dorzecza. Jej obszar źródłowy znajduje się poza granicami państwa, na terenie Gór Odrzańskich w Sudetach Wschodnich należących do Republiki Czeskiej. Podobnie jak dorzecze Wisły, dorzecze Odry stanowi część zlewiska Morza Bałtyckiego. Potoki źródłowe Odry zbiegają się w rowie tektonicznym Bramy Morawskiej i w obniżeniu Kotliny Raciborskiej. Na całej długości biegu rzeki można wyróżnić dwie części: górską, obejmującą pierwsze 50 km biegu rzeki, oraz nizinną na pozostałym odcinku. Odra uchodzi bezpośrednio do Zalewu Szczecińskiego. Dzięki uregulowaniu swojego koryta jest uznawana za rzekę żeglowną.

Opracowanie obejmuje obszar dorzecza Odry wraz ze zlewnią Zalewu Szczecińskiego oraz zlewniami rzek Przymorza Zachodniego uchodzącymi bezpośrednio do Morza Bałtyckiego na ok. 190-kilometrowym odcinku wybrzeża morskiego (położonego w regionie) – Świny, Dziwny, Regi, Parsęty wraz z Radwią, Czerwonej, Wieprzy wraz z Grabową. Na terenie dorzecza Odry znajdują się następujące cztery regiony wodne (fig. 1):

- region wodny Górnej Odry,
- region wodny Środkowej Odry,
- region wodny Warty,
- region wodny Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego.

4.1. Jednostki bilansowe w regionie wodnym Górnej Odry

Region wodny Górnej Odry, administrowany przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Gliwicach, obejmuje część dorzecza Odry zawierającą jej zlewnię cząstkową od granic państwa po Koźle (wraz ze zlewnią Kłodnicy). Region ten stanowi centralnie położona Kotlina Raciborska rozcięta doliną Odry o kierunku zbliżonym do południe–północ, z przyległym do Sudetów Wschodnich Płaskowyżem Głubczyckim (od południowego zachodu) i Wyżyną Śląską (od wschodu) (Kondracki, 2002). Morfologia terenu oraz jej struktura geologiczna zostały ukształtowane podczas alpejskich ruchów górotwórczych w neogenie oraz zlodowaceń i interglacjalów w czwartorzędzie.

Sieć rzeczną tego regionu warunkuje przebieg rzeki Odry oraz nachylenie terenu przyległych obszarów wyżynnych. Odra, wypływająca w Chałupkach z terenu Czech oraz jej dopływy, lewy – Psina i prawe, mniejsze m.in. Ruda, Bierawka oraz jej największy dopływ Kłodnica, odwadniają zurbanizowane i uprzemysłowione tereny Górnego Śląska. Jest to

region, w którym układ krążenia wód podziemnych w znacznym stopniu jest kształtowany pod wpływem oddziaływania antropogenicznych ośrodków drenażu – systemów odwadniania kopalń oraz ujęć przemysłowych i wodociągów komunalnych (Kowalczyk, 2003). Oddziaływanie to ulega i będzie ulegać istotnym zmianom ze względu na likwidację kopalń i związane z tym ograniczanie odwadniania lub jego całkowite zaprzestanie.

Region wodny Górnej Odry podzielono na dwa obszary bilansowe: GL-IV i GL-V (fig. 4, tab. 4). Obszar GL-IV obejmuje zlewnię górnej Odry, od granicy państwa po Koźle i składa się z pięciu rejonów wodnogospodarczych, obszar GL-V – zlewnię Kłodnicy, podzieloną na dwa rejon. Ze względu na nieustabilizowany charakter antropopresji, biorąc pod uwagę już dokonane podziały w dokumentacjach hydrogeologicznych oraz opracowaniach bilansowych i wodnogospodarczych dla zlewni Kłodnicy, granice rejonów wodnogospodarczych wyznaczono według działów hydrograficznych zlewni cząstkowych głównych rzek (Herbich i in., 2007).

Na obszarze regionu wodnego Górnej Odry wydzielono następujące piętra/ poziomy wodonośne: czwartorzędowy, neogeński, jurajsko-kredowy, triasowy, karboński.

Czwartorzędowe piętro wodonośne występuje na przeważającej części rozpatrywanego obszaru, z wyjątkiem części zachodniej, gdzie utwory wodonośne czwartorzędu nie wy-

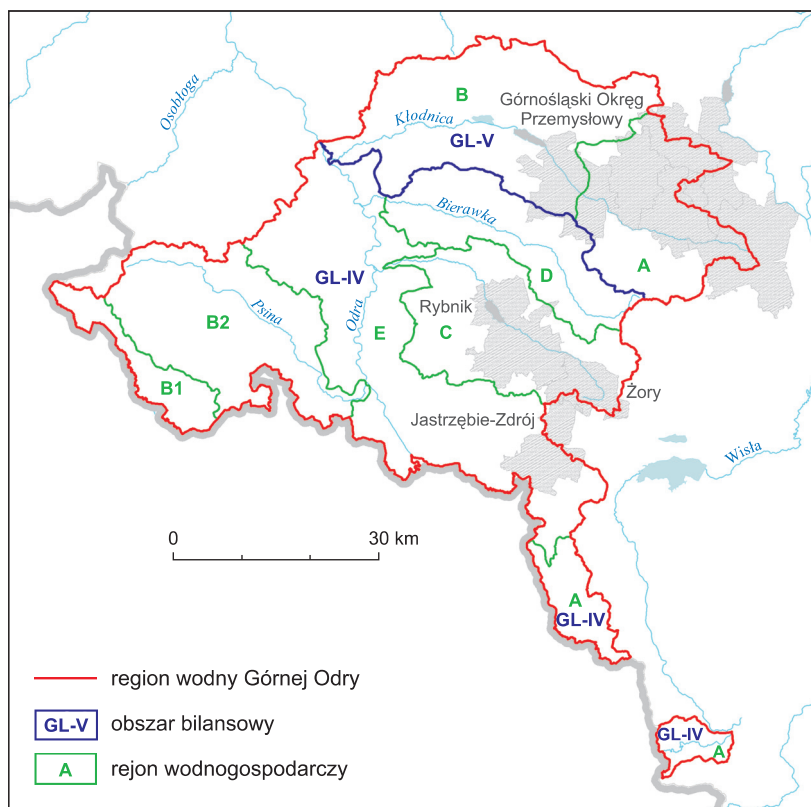


Fig. 4. Podział regionu wodnego Górnej Odry na obszary bilansowe i rejonów wodnogospodarcze (wg Herbicha i in., 2007)

Tabela 4

Podział regionu wodnego Górnej Odry na obszary bilansowe i rejony wodnogospodarcze

Nr	Nazwa obszaru bilansowego	Wiek poziomów wodonośnych	Powierzchnia [km ²]	Nr rejonu	Nazwa rejonu wodnogospodarczego	Powierzchnia [km ²]
GL-IV	Górna Odra (Odra po Koźle)	Q, Ng, Pg, J, T, C	2699,2	A	Olza (cz. karpacka)	168,8
				B1	Opawa	131,6
				B2	Psina	554,6
				C	Ruda	501,1
				D	Bierawka	372,8
				E	Odra (w tym Olza cz. pozakarpacka)	970,4
GL-V	Kłodnica	Q, Ng, Pg, T	1130,6	A	Kłodnica Górna (wod. Gliwice)	431,6
				B	Kłodnica Dolna (ujście)	699,0
Łącznie			3829,8			

stępują, albo mają zredukowaną miąższość. Piętro to charakteryzuje się zróżnicowanymi warunkami hydrogeologicznymi, uzależnionymi od miąższości i wykształcenia litologicznego osadów wodonośnych, którymi są osady rzeczne, rzeczno-lodowcowe oraz międzymorenowe. Piętro czwartorzędowe tworzy najczęściej jeden poziom wodonośny, miejscami rozdzielony na dwie warstwy osadami gliniasto-mułkowymi. Miąższość poziomu wynosi przeważnie od kilku do 15 m, rzadko więcej, w obrębie dolin kopalnych do 60 m. Najbardziej zasobne w wodę są struktury dolin kopalnych rzek: Odry, Kłodnicy, Bierawki, Psiny i Rudy, w których obrębie wydzielono GZWP nr 331 – Dolina kopalna rzeki Górna Kłodnica i GZWP nr 345 – Rybnik.

Neogeńskie piętro wodonośne jest związane z osadami piaszczystymi i piaszczysto-żwirowymi pliocenu i miocenu. W części północnej należą one do osadów lądowych sarmatu tworzących nieckę kędzierzyńską po obniżeniu niecki głubczyckiej, zaś w części południowej należą do morskich osadów badenu. Zasobność odnawialnych poziomów jest zróżnicowana. Najbardziej wodonośne są osady lądowe sarmatu. Warstwy te ze względu na swe korzystne wykształcenie litologiczne, ciągłe rozprzestrzenienie i miąższość warstwy wodonośnej do 70 m tworzą wydajny zbiornik wód podziemnych należący do subniecki kędzierzyńsko-głubczyckiej. Struktura ta została wyróżniona jako GZWP nr 332. Relatywnie najmniejszą wodonośność wykazują osady morskie badenu wykształcone jako piaski drobnziarniste, często pylaste, miejscami z przewarstwieniami piasków różnoziarnistych, występujące w obrębie kompleksów utworów ilastych. Ich rozprzestrzenienie jest nieciągłe, a miąższość zmienna od 1 do blisko 100 m.

Jurajsko-kredowe piętro wodonośne tworzą utwory fliszowe Karpat zewnętrznych. Poziom wodonośny stanowi strefa przypowierzchniowa zbudowana ze spękanych wapieni i piaskowców zawierających wkładki łupków ilasto-marglistych, o średniej miąższości warstwy wodonośnej około 15 m, maksymalnie do 60–80 m i wydajności studni w przedziale 2–5 m³/h. Zawodnienie utworów kredy górnej występuje także w niecce opolskiej w północno-zachodniej części regionu. Są to piaskowce oraz wapienie margliste zalegające bezpośrednio na utworach dolnokarbońskich. Wodonośność tych osadów jest zależna od głębokości występowania, stopnia spękania i kontaktów z przepuszczalnymi utworami nadkładu. Występuje tu jeden poziom wodonośny oceniany jako mało zasobny w wodę i niemający znaczenia użytkowego.

Triasowe piętro wodonośne reprezentują poziomy wodonośne wapienia muszlowego (trias środkowy), retu oraz dolnego i środkowego pstrego piaskowca (trias dolny), występujące w północno-wschodniej części regionu. Poziomy wodonośne wapienia muszlowego i retu są zbudowane z wapieni i dolomitów, spękanych i skrasowiałych, rozdzielonych marglistymi utworami warstw gogolińskich górnych. Pozostają w łączności hydraulicznej i są traktowane jako jeden kompleks wodonośny serii węglanowej triasu. Miąższość wodonośnych utworów węglanowych jest zmienna, od kilku metrów w części północnej do ponad 120 m w części północno-zachodniej i zachodniej. W obrębie węglanowego kompleksu wodonośnego wydzielono GZWP nr 330 – Gliwice i GZWP nr 229 – Bytom. Parametry hydrogeologiczne tego kompleksu są korzystne: współczynnik filtracji 0,25–0,9 m/h przy wydajności studni od 10 do 290 m³/h. Poziom wodonośny pstrego piaskowca występuje lokalnie i tworzą go piaskowce o miąższości 5–20 m.

Karbońskie piętro wodonośne związane z utworami piaszczystymi i mułowcowymi karbonu górnego tworzą dwa poziomy wodonośne – górnokarboński i dolnokarboński. Piętro jest zbudowane ze spękanych piaskowców o miąższości do kilku do kilkudziesięciu metrów. Ich zawodnienie jest zależne od głębokości (największe do 50 m) występowania i kontaktów z poziomami czwartorzędu i triasu. Warunki hydrogeologiczne utworów karbonu górnego zostały silnie zmienione w wyniku odwodnień kopalnianych.

Tereny regionu wodnego Górnej Odry według Atlasu hydrogeologicznego Polski (Paczyński red., 1995) wchodzą w skład trzech hydrostrukturalnych jednostek hydrogeologicznych: regionu karpackiego, regionu przedkarpackiego i regionu śląsko-krakowskiego, a według podziału regionalnego zwykłych wód podziemnych (Paczyński, Sadurski, red., 2007) – w skład pięciu jednostek: regionu karpackiego, regionu przedgórskiego (subregionu przedkarpackiego), regionu jury krakowsko-częstochowskiej, regionu triasu śląskiego i regionu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego.

Region karpacki ma powierzchnię około 200 km², co stanowi ok. 5% powierzchni regionu wodnego Górnej Odry. Użytkowe piętra wodonośne występują tu w spękanych piaskowcach serii fliszowych wieku kredowo-neogeńskiego oraz w dolinnych seriach piaszczysto-żwirowych wieku czwartorzędowego. Ponad połowa powierzchni regionu jest pozbawiona poziomów wodonośnych o znaczeniu użytkowym.

Region przedkarpacki (region przedgórski, subregion przedkarpacki) ma powierzchnię około 2,6 tys. km², co stanowi 69% powierzchni regionu wodnego Górnej Odry. Użytkowe piętra wodonośne występują tu w dolinach i pokrywowych seriach piaszczysto-żwirowych wieku czwartorzędowego. Około 20% powierzchni regionu jest pozbawione poziomów wodonośnych o znaczeniu użytkowym.

Region śląsko-krakowski (region jury krakowsko-częstochowskiej, region triasu śląskiego i region Górnośląskiego Zagłębia Węglowego) ma powierzchnię około 1000 km², co stanowi 26% powierzchni regionu wodnego Górnej Odry. Użytkowe piętra wodonośne występują tu w triasowych i jurajskich szczelinowo-krasowych wapieniach i dolomitach, w spękanych piaskowcach karbońskich oraz w dolinach i pokrywowych seriach piaszczystych wieku czwartorzędowego. Około 5% powierzchni regionu jest pozbawione poziomów wodonośnych o znaczeniu użytkowym.

W obrębie granic zlewni Górnej Odry i Kłodnicy znajduje się częściowo lub całkowicie 8 głównych zbiorników wód podziemnych, w tym:

- 2 zbiorniki, w których wody podziemne występują w poziomach wodonośnych piętra czwartorzędowego;
- 2 wielopoziomowe zbiorniki, w których wody podziemne występują w poziomach wodonośnych piętra czwartorzędowego, paleogeńsko-neogeńskiego i kredowego;
- 4 zbiorniki, w których wody podziemne występują w poziomach wodonośnych piętra triasowego.

4.2. Jednostki bilansowe w regionie wodnym Środkowej Odry

Region wodny Środkowej Odry, o powierzchni około 39 300 km², administrowany przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej we Wrocławiu, obejmuje 13 obszarów bilansowych (zlewni bilansowych), z czego 11 znajduje się w dorzeczu Odry. Obszary bilansowe odpowiadają w większości zlewniom hydrograficznym, a ich granice powtarzają przebieg działów wodnych II rzędu większych dopływów Odry. Jedynie największy obszar bilansowy – Przyodrze (W-XI), wzdłuż koryta rzeki Odry, mający powierzchnię 7015 km², obejmuje głównie zlewnię bezpośrednią rzeki. Powierzchnie pozostałych obszarów bilansowych są zróżnicowane w przedziale od 1017 km² do 5543 km². Dla obszarów bilansowych przyjęto nazwę utworzoną od nazwy głównego cieku wodnego oraz numerację cyfrową – rzymską (od W-I do W-XI). W ramach dokumentowania hydrogeologicznego i prac studialnych (Herbich i in., 2007), biorąc pod uwagę zlewniowy układ krążenia wód podziemnych i uwzględniając kryteria hydrostrukturalne i geomorfologiczne, obszary bilansowe w regionie wodnym Środkowej Odry podzielono na 53 rejonów wodnogospodarcze (fig. 5, tab. 5). Oznaczenie wydzielonych na potrzeby bilansowania zasobów wodnych i prowadzenia gospodarki wodnej rejonów wodnogospodarczych utworzono poprzez dodanie kolejnej litery alfabetu do symboli obszaru bilansowego. Podział na rejonów wodnogospodarcze wyznaczono w głównej mierze według granic hydrograficznych zlewni tak, żeby w granicach wydzielonego rejonu ponad 70% bilansu krążenia wód podziemnych zamykało się w tym obszarze, a także uwzględniając potrzeby wodnogospodarcze oraz lokalnie granice administracyjne i geologiczne. W opracowanych dokumentacjach hydrogeologicznych zasobów dyspozycyjnych podział ten jest udokumentowany w postaci bilansów wód podziemnych w przyjętych granicach rejonów, zaś w pozostałych przypadkach jest propozycją wymagającą potwierdzenia i uszczegółowienia w regionalnych badaniach hydrogeologicznych.

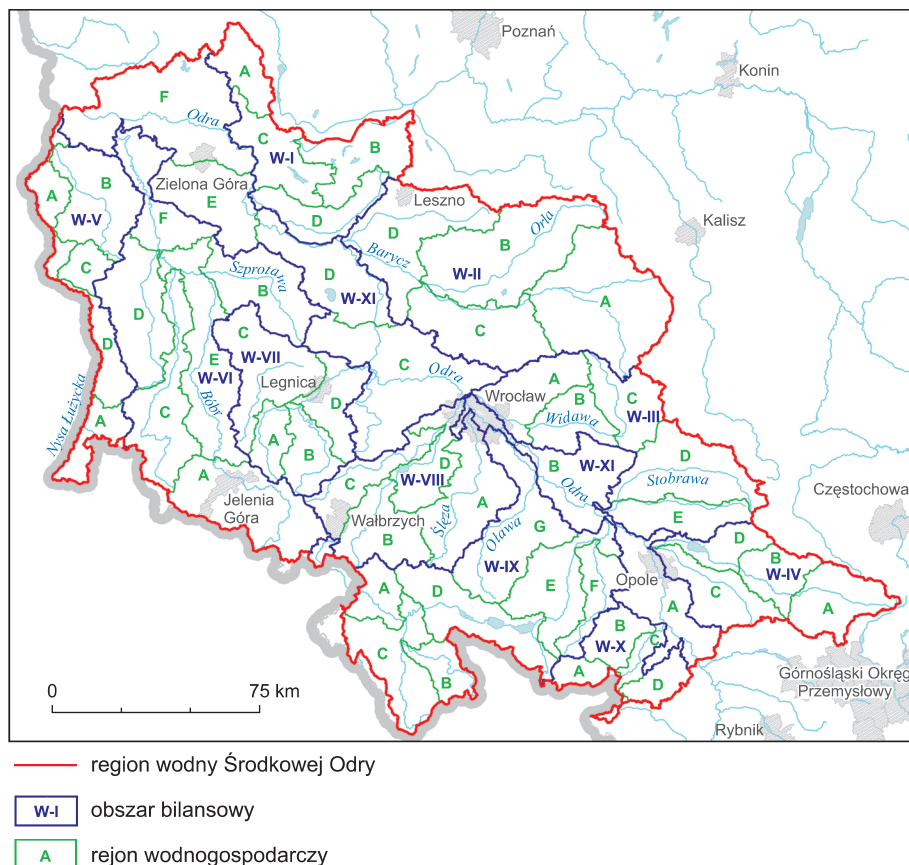


Fig. 5. Podział regionu wodnego Środkowej Odry na obszary bilansowe i rejony wodnogospodarcze (wg Herbicha i in., 2007)

Region Środkowej Odry obejmuje od południa tereny górskie Sudetów i Pogórza Sudeckiego, wzniesienia Wyżyny Śląsko-Krakowskiej, obszary nizinne nizin Sasko-Łużyckich i Środkowopolskich oraz pojezierne Pojezierzy Południowobałtyckich (Kondracki, 2002). Region obejmuje dwa wyraźnie różniące się obszary klimatyczne – na obszarze Nizin Środkowopolskich panuje klimat o przewadze wpływów oceanicznych, natomiast na obszarze przedgórza i gór klimat kształtowany jest pod wpływem gór i wyżyn. Średnie roczne sumy opadów atmosferycznych charakteryzują się dużym zróżnicowaniem. W pasie nizin są zawarte w granicach 500–650 mm, zaś na terenie przedgórza i Sudetów od 650 do 800 mm, a lokalnie nawet powyżej 1100 mm. Średnie roczne temperatury powietrza w pasie nizin kształtują się na poziomie 8,0–8,5°C, natomiast na terenie przedgórza i Sudetów – w granicach 6,0–7,5°C, a w partiach szczytowych gór – nawet poniżej 1,0°C.

Tabela 5

Podział regionu wodnego Środkowej Odry na obszary bilansowe i rejony wodnogospodarcze

Nr	Nazwa obszaru bilansowego	Wiek poziomów wodonośnych	Powierzchnia [km ²]	Nr rejonu	Nazwa rejonu wodnogospodarczego	Powierzchnia [km ²]
1	2	3	4	5	6	7
W-I	Obrzyca i Krzycki Rów	Q, Ng, Pg	2366,2	A	Gniła Obra	410,5
				B	Samica Leszczyńska i Młynówka Kaszczorska	713,4
				C	Obrzyca	679,8
				D	Krzycki Rów	562,5
W-II	Barycz	Q, Ng, Pg	5543,4	A	Górna Barycz po Milicz	1723,5
				B	Orla	1600,3
				C	Barycz – Kotlina Żmigrodzka	987,2
				D	Barycz Dolna	1232,4
W-III	Widawa i Stobrawa	Q, Ng, K, T	3329,5	A	Widawa – Oleśnica Dolna	662,4
				B	Widawa Środkowa	492,4
				C	Widawa Górna	589,8
				D	Stobrawa	1018,1
				E	Budkowiczanka – Brynica	566,8
W-IV	Mała Panew	Q, K, T	2113,2	A	Mała Panew Górna	666,7
				B	Mała Panew Środkowa (Staniszcze)	433,6
				C	Chrzastawa	641,9
				D	Mała Panew Dolna	371,0
W-V	Nysa Łużycka (prawa)	Q, Ng, Pg, K	2200,0	A	Mała Młynówka	364,4
				B	Lubsza	908,4
				C	Skroda	223,3
				D	Żółta Woda	371,8
				E	Nysa Łużycka Górna	332,0
W-VI	Bóbr	Q, Ng, Pg, K, T, P	5826,0	A	Górny Bóbr (Pilchowice)	1191,4
				B	Szprotawa	871,3
				C	Kwisa (Żagań)	998,2
				D	Czerna Wielka	947,2
				E	Bóbr Środkowy (Pilchowice – Żagań)	1151,2
				F	Bóbr Dolny (Żagań – ujście do Odry)	666,7

Tabela 5 cd.

1	2	3	4	5	6	7
W-VII	Kaczawa	Q, Ng, Pg, K, T, PZ, pC	2261,4	A	Kaczawa Górna	309,8
				B	Nysa Szalona	449,2
				C	Czarna Woda	999,0
				D	Kaczawa Dolna	503,4
W-VIII	Bystrzyca – Ślęża	Q, Ng, Pg, T, PZ, pC	2753,8	A	Ślęża	972,5
				B	Bystrzyca Górna z Piławą po w. Krasków	678,0
				C	Strzegomka	565,7
				D	Bystrzyca Dolna + Czarna Woda	537,6
W-IX	Nysa Kłodzka	Q, Ng, Pg, K, PZ, pC	4874,1	A	Ścinawka	402,3
				B	Biała Łądecka	310,9
				C	Nysa Górna – Bardo	838,7
				D	Nysa Środkowa po wod. Nysa	914,4
				E	Nysa Dolna	839,7
				F	Ścinawa Niemodlińska	433,7
				G	Oława	1134,5
W-X	Osobłoga i Stradunia	Q, Ng, Pg, K, PZ	1017,2	A	Prudnik	185,3
				B	Biała	358,3
				C	Osobłoga	193,7
				D	Stradunia	279,9
W-XI	Przyodrze	Q, Ng, Pg, K, J, T	7014,8	A	Przyodrze Kłodnicy do Nysy Kłodzkiej	883,4
				B	Smortawa – Odra Wrocław	936,4
				C	Przyodrze Wrocław – Ścinawa	1722,3
				D	Przyodrze Ścinawa – Siedlisko	913,9
				E	Przyodrze Siedlisko – Młynkowo	816,8
				F	Przyodrze Młynkowo – Nysa Łużycka	1741,9
Razem			39 299,7			

Region wodny Środkowej Odry pod względem geologicznym stanowi bardzo zróżnicowany obszar. W jego granicach znajduje się kilka jednostek strukturalnych o zasadniczo różnych typach środowiska skalnego i warunkach występowania wód podziemnych. Od południa ku północy można tu wyróżnić następujące główne ogniwa strukturalne:

- Masyw sudecki z charakterystyczną mozaikową budową geologiczną wyrażoną występowaniem szeregu prekambryjsko-paleozoicznych cokołów krystalicznych (rejon: izersko-karkonoski, północno-kaczawski, sowiogórski, bystrzycko-orlicki, śnieżnicko-złotostocki i jesionicki) oraz dwóch niecek śródgórskich – zewnętrznej i wewnętrznej, zbudowanych ze skał osadowych wieku od karbonu po kredę. W nadkładzie wymienionych utworów, głównie w części zachodniej i wschodniej masywu, występują pokrywy osadów neogenu i czwartorzędu o zmiennej miąższości.
- Przedgórze sudeckie, przylegające od północy do masywu sudeckiego, zbudowane ze skał krystalicznych proterozoiku oraz osadowych i magmowych paleozoiku.
- Monoklina przedsudecka zbudowana z łagodnie zapadających ku północy utworów permu i triasu, nadbudowanych osadami kredy.
- Monoklina śląsko-krakowska zbudowana z utworów triasu i kredy, połączona strukturalnie z osadami monokliny przedsudeckiej.

Na opisane proterozoiczne i paleozoiczno-mezozoiczne struktury są nałożone utwory kenozoiku. Utwory paleogenu i neogenu należą do dwóch basenów sedymentacyjnych: południowego związanego ze strefą zapadliska przedkarpackiego (rejon Kędzierzyna) i północnego – nizinnego. Utwory neogenu występują w postaci ciągłej pokrywy z wyjątkiem centralnej i środkowej części masywu Sudetów. Osady czwartorzędu stanowią najwyższe ogniwo kenozoiku. Pod względem stratygraficznym osady czwartorzędu są zaliczane do trzech okresów glacialnych południowo- i środkowopolskich oraz północnopolskiego (wisły), a także holocenu.

Ze względu na budowę geologiczną oraz piętrowe występowanie osadów wodonośnych na większości obszaru wody podziemne tworzą wielopoziomowy zbiornik o charakterze porowym, szczelinowym i szczelinowo-porowym. Region wodny Środkowej Odry wchodzi w skład pięciu hydrostrukturalnych jednostek hydrogeologicznych (Paczyński red., 1993, 1995) – regionów: wielkopolskiego (VI), śląsko-krakowskiego (XII), przedkarpackiego (XIII), wrocławskiego (XV) i sudeckiego (XVI). Według podziału regionalnego zwykłych wód podziemnych (Paczyński, Sadurski, red., 2007) obszar regionu wodnego Środkowej Odry wchodzi w skład pięciu jednostek: regionu wielkopolskiego (IV), regionu dolnośląskiego (V), regionu sudeckiego (subregionu (basenu) Sudetów wewnętrznych (XIV₁), subregionu (basenu) Sudetów zewnętrznych (XIV₂)), regionu przedgórskiego (subregionu przedsudeckiego – VI₂), regionu triasu śląskiego (XII).

Region wodny Środkowej Odry obejmuje w całości lub częściowo 33 główne zbiorniki wód podziemnych wymagających szczególnej ochrony (GZWP) (Kleczkowski red., 1990). Większość z nich wyodrębniono w czwartorzędowych strukturach wodonośnych (22). Pozostałe to zbiorniki, w których wody podziemne występują w wodonośnych poziomach paleogeńsko-neogeńskich, kredowych i triasowych. W jednym zbiorniku wody podziemne występują w paleozoicznych szczelinowych skałach krystalicznych i ich zwietrzelinach.

4.3. Jednostki bilansowe w regionie wodnym Warty

Region wodny Warty jest położony na obszarze działania Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Poznaniu. Obejmuje 18 obszarów bilansowych, wydzielonych na podstawie wódziałów hydrograficznych (powierzchniowych), wyprowadzonych z przekrojów na Warcie, w ujściu jej głównych dopływów (fig. 6, tab. 6). W celu ustalenia zasobów wód podziemnych i dokonania oceny stanu ich zagospodarowania, z uwzględnieniem związków z wodami powierzchniowymi, wzięto pod uwagę aktualny stan ich udokumentowania oraz przeanalizowano układy krążenia zlewniowego i antropogenicznego ośrodków drenażu oraz kryteria hydrostrukturalne i wydzielono łącznie 97 rejonów wodnogospodarczych (Herbich i in., 2007).

Podział regionu wodnego Warty na zlewnie bilansowe wodnogospodarcze przyjęty przez RZGW w Poznaniu w 2002 r. (Dąbrowski, Rynarzewski, 2002) utrzymano w opracowaniu z 2007 r. (Herbich i in., 2007). W podziale tym wyróżniono zlewnie wodnogospodarcze I rzędu, w których obrębie organizowana będzie gospodarka wodami w układzie regionalnym i rejonowy – zlewnie cząstkowe II rzędu, w których gospodarka wodami będzie się odbywać w układzie lokalnym. Na obszarze dorzecza wyróżniono 18 obszarów – zlewni I rzędu o numerach od I do XVIII (fig. 6, tab. 6) oraz 97 rejonów wodnogospodarczych oznaczonych literami A, B,... itd. (w obrębie obszaru) oraz nazwą utworzoną od głównych cieków zlewni II rzędu.

Rejonizację wodnogospodarczą wykonano na podstawie podziału hydrograficznego dorzecza według IMGW (Czarnecka, 2005 r.), biorąc pod uwagę:

- warunki hydrogeologiczne, w tym związek wód podziemnych i powierzchniowych ustalony w dokumentacjach zasobowych rejonów;
- istniejącą sieć wodowskazową na ciekach oraz wyniki obserwacji w tej sieci;
- istniejącą i planowaną gospodarkę wodami powierzchniowymi i podziemnymi.

Region wodny Warty w części górnej (na południu) obejmuje obszar wyżyn Śląsko-Krakowskiej i Małopolskiej, w części środkowej – obszary Nizin Środkowopolskich, a na północy w części dolnej – obszary Pojezierzy Południowobałtyckich (Kondracki, 2002). Zarówno na przebieg Warty i jej głównych dopływów, jak i kształt zlewni wyraźny wpływ miało ukształtowanie morfologiczne terenu, uwarunkowane budową geologiczną podłoża mezozoicznego i kenozoiku, a zwłaszcza rozwój czwartorzędu w okresie zlodowaceń plejstoceńskich. Górna część zlewni ma kierunek SE–NW zgodnie z mezozoicznym przebiegiem krakowsko-wieluńskiej monokliny jurajskiej, gdzie twory czwartorzędowe występują w postaci nieciągłej i zmiennej pokrywy. Zaznacza się tu wyraźny wpływ litologii podłoża jurajskiego i jego tektoniki na przebieg cieków. W środkowej części zlewni, na odcinku do Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej, gdzie podłoże mezozoiku zagłębia się pod znacznej miąższości twory neogenu, paleogenu i czwartorzędu, główne doliny cieków Warty i Prośny mają orientację prawie S–N z nieznacznymi odchyleniami ku zachodowi, w stronę centrum kredowej niecki łódzko-mogileńskiej. Od rejonu Koła do Śremu–Mosiny Warta płynie w szerokim równoleżnikowym obniżeniu Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej, przyjmując od północy i południa szereg dopływów, w tym rzekę Prośną. Obniżenie pradoliny na zachód od Mosiny jest wykorzystywane przez Kanał Mosiński i odcinek skanalizowany środkowej Obry, które od północy przejmują swoje główne dopływy. Stworzony tu sztuczny rozdział wód, obecnie kieruje część wód Obry – Kanału Kościańskiego do Kanału Mosińskiego, a część do Obrzycy poprzez Kanał Południowy Obry. Przez obszar pojezierzy Wielkopolskiego i Lubuskiego, ukształtowanych w okresie ostatniego zlodowacenia, główne dopływy Warty przepływają południkowymi

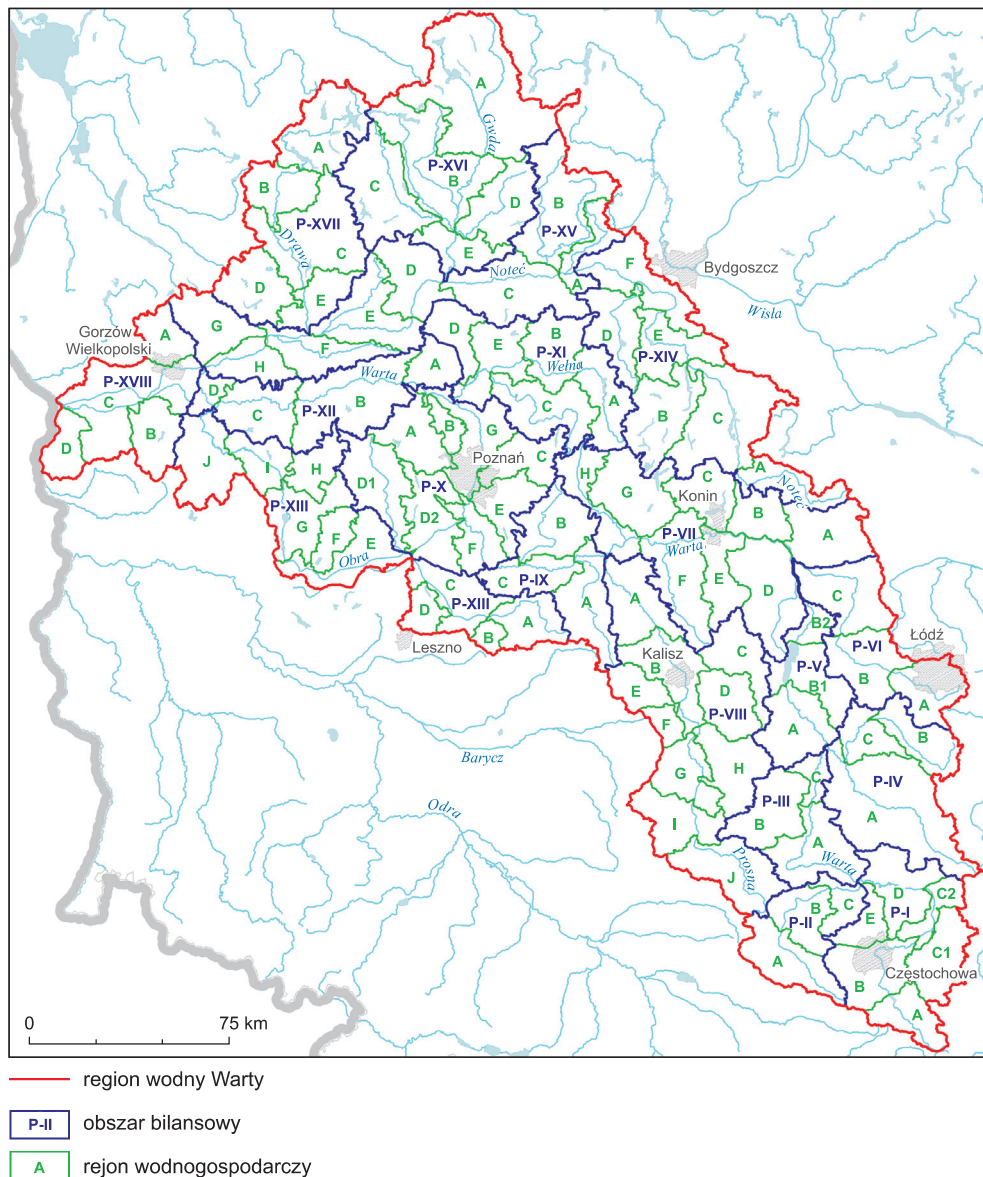


Fig. 6. Podział regionu wodnego Warty na obszary bilansowe i rejon wodnogospodarczy (wg Herbicha i in., 2007)

Tabela 6

Podział regionu wodnego Warty na obszary bilansowe i rejony wodnogospodarcze

Nr	Nazwa obszaru bilansowego	Wiek poziomów wodonośnych	Powierzchnia [km ²]	Nr rejonu	Nazwa rejonu wodnogospodarczego	Powierzchnia [km ²]
1	2	3	4	5	6	7
P-I	Górna Warta	Q, Ng, K, J, T, D	2664,6	A	Warta – Poraj	390,0
				B	Warta – Mstów	621,3
				C1	Wiercica-Ruda	539,5
				C2	Warta do wodowskazu Bobry	260,6
				D	Warta – ujście Liswarty	592,9
				E	Warta – Kocinka	260,4
P-II	Liswarta (bez Kocinki)	Q, J, T	1297,4	A	Górna Liswarta	609,3
				B	Środkowa Liswarta	435,9
				C	Dolna Liswarta z Białą Okszą	252,2
P-III	Warta od Liswarty do Widawki	Q, Ng, T	1485,2	A	Warta z Wierzenicą	705,1
				B	Oleśnica	608,1
				C	Warta od ujścia Wierzenicy do Widawki	172,0
P-IV	Widawka	Q, Ng, Pg, K, J	2415,8	A	Widawka bez Grabi	1604,6
				B	Górna Grabia po Łask	473,7
				C	Dolna Grabia po ujście do Widawki	337,4
P-V	Warta od Widawki do Neru	Q, Ng, K	1331,6	A	Warta do ujścia do zbiornika Jeziorsko	625,0
				B1	Zbiornik Jeziorsko	518,0
				B2	Warta od Zbiornika Jeziorsko do Uniejowa	188,5
P-VI	Ner	Q, Ng, K	1834,3	A	Górny Ner po Lutomiernik	503,5
				B	Środkowy Ner	617,4
				C	Dolny Ner	713,4
P-VII	Warta od Neru do Prosnicy	Q, Ng, Pg, K	4781,4	A	Rgilewka i Warta (prawa) do Koła	648,1
				B	Warcica – kanał Grójecki	366,0
				C	Kanał Ślesiński	443,4
				D	Kielbaska – Teleszyna i Topiec	832,8
				E	Powa	423,2
				F	Warta – Bawół	841,5
				G	Meszna	715,2
				H	Warta – Wrześnica	511,3

Tabela 6 cd.

1	2	3	4	5	6	7
P-VIII	Prosna	Q, Ng, K, J	4912,6	A	Dolna Prosna	629,2
				B	Środkowa i dolna Prosna	599,8
				C	Swędrnia (wod. Dębe)	492,6
				D	Pokrzywnica (wod. Trojanów)	467,1
				E	Ołobok (bez Baryczy)	293,6
				F	Gniła Barycz	151,8
				G	Środkowa i górna Prosna	462,0
				H	Łużyca i Struga Węgiewska	574,3
				I	Niesób, Pomianka, Prosna	529,0
				J	Górna Prosna	713,2
P-IX	Warta od Prosnego do Kanału Mosińskiego	Q, Ng, Pg	1668,9	A	Warta – Lutynia	635,6
				B	Maskawa	602,7
				C	Warta od ujścia Lutyni do Kanału Mosińskiego	430,6
P-X	Poznańskie Dorzecze Warty	Q, Ng, Pg	3817,5	A	Sama	500,9
				B	Samica	157,5
				C	Cybina i Główna	426,2
				D1	Mogilnica – Kanał Mosiński	681,8
				D2	Kanał Mosiński i Wirenka	637,4
				E	Kopel	423,7
				F	Warta od Śremu do ujścia Kopli	379,8
				G	Warta od Ujścia Kopli do Obrzycka	610,2
P-XI	Wełna	Q, Ng, Pg	2633,3	A	Górna Wełna	528,3
				B	Wełna Środkowa z Nielbą	531,8
				C	Mała Wełna	689,4
				D	Flinta	345,5
				E	Dolna Wełna	538,3
P-XII	Warta od Obrzycka do Noteci	Q, Ng, Pg	2107,1	A	Kończak	305,7
				B	Warta do ujścia Kamionki	1051,2
				C	Warta od Kamionki do Obry	592,4
				D	Warta od Obry do Noteci	157,8
P-XIII	Obra	Q, Ng, Pg	4042,8	A	Górna Obra po ujście Kani	437,9
				B	Kania	110,5
				C	Obra Kościańska	525,0
				D	Kanał Wonieść	211,3
				E	Kanały Obry – Północny i Środkowy	575,4

Tabela 6 cd.

1	2	3	4	5	6	7
P-XIII	Obra	Q, Ng, Pg	4042,8	F	Dojca	251,5
				G	Obra Środkowo-Zachodnia	585,5
				H	Czarna Woda	338,7
				I	Obra do ujścia Paklicy	357,5
				J	Obra Dolna	649,5
P-XIV	Górna Noteć	Q, Ng, Pg	4084,6	A	Noteć wschodnia – Noć Kalina	425,3
				B	Noteć zachodnia – Pakość	720,2
				C	Noteć wschodnia – Pakość	1153,3
				D	Gąsawka	569,6
				E	Noteć – Łabiszyn	534,6
				F	Noteć – Nakło Zachód	681,6
P-XV	Noteć Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej	Q, Ng, Pg	4971,2	A	Noteć – Rokitka	318,8
				B	Łobżonka	990,8
				C	Noteć pradolinna do Gwdy	908,2
				D	Noteć – Łomnica	602,5
				E	Noteć – Bukówka	720,5
				F	Noteć – Miałą	521,2
				G	Kanał Rana	530,6
				H	Noteć – Stara Noteć	378,6
P-XVI	Gwda	Q, Ng, Pg, J	4943,7	A	Gwda Górna	1896,7
				B	Gwda – Płytnica – Pilawa	1130,5
				C	Dobrzyca	918,9
				D	Głomia	624,2
				E	Gwda Dolna	373,3
P-XVII	Drawa	Q, Ng, Pg	3288,5	A	Drawa Górna	793,1
				B	Drawa Środkowa	464,7
				C	Drawa z Korytnicą	1067,5
				D	Mierzęcka Struga	578,0
				E	Drawa Dolna	385,1
P-XVIII	Dolna Warta	Q, Ng	2199,4	A	Kłodawka	335,2
				B	Postomia	436,9
				C	Warta – Kanały pradolinne	1114,2
				D	Czerwony Kanał	313,2
Łącznie			54 480			

przełomami do Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej, wykorzystując rynny polodowcowe lub plejstocénskie odpływy powstałe w czasie recesji lądolodu fazy poznańskiej.

Dolna część zlewni Warty została ukształtowana w wyniku recesji lądolodu w fazie poznańskiej i jego postoju w fazie pomorskiej. Rzeka Warta od Obornik do ujścia w Kostrzynie oraz jej główny dopływ Noteć od Nakła, wykorzystują równoleżnikowe obniżenie Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej. Ich główne dopływy: Gwda, Drawa i Łobżonka oraz liczne mniejsze wykorzystują zwykle stare plejstocénskie odpływy wód lodowcowych z okresu postoju lądolodu w fazie pomorskiej. Ich dopływy z południa są zwykle drobnymi, krótkimi ciekami.

Region wodny Warty charakteryzuje się najniższym współczynnikiem odpływu w dorzeczu Odry oraz najniższymi odpływami jednostkowymi wśród głównych zlewni Polski. Jest to wynik niekorzystnego układu elementów hydrometeorologicznych, głównie niskich opadów atmosferycznych i względnie wysokiego parowania, czynników hydrogeologicznych oraz intensywnej gospodarki rolnej. Zagadnienia odpływu rzek, jego transformacji z opadów oraz rozdziału na odpływ powierzchniowy i podziemny ze zlewni w dorzeczu Warty były przedmiotem badań IMGW Oddział w Poznaniu (Paślawski, Koczorowska, 1974; Paślawski, 1992). Opady atmosferyczne w zlewni warunkujące zasilanie systemu wodnego są zróżnicowane przestrzennie i cyklicznie w wieloleciu. Przeciętne opady w dorzeczu Warty z lat 1951–1980 wynoszą 561,4 mm, w roku suchym 358,5 mm i mokrym 719,5 mm, przy czym największe opady cechują dorzecze Górnej Warty (opady przeciętne 607,1–660,7 mm) i obszar dorzecza Gwdy i Drawy na północy zlewni (opady przeciętne 601,3–618,0 mm). Opady w części środkowej dorzecza i dolnej części do Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej są stosunkowo wyrównane i wynoszą przeciętnie 530–560 mm. Średni współczynnik odpływu dla Warty wynosi 0,228 (128,2 mm) i jest najniższy na obszarze środkowej Wielkopolski – 0,16–0,20, a najwyższy w górnej części dorzecza i na obszarze Pomorza – średnio 0,3.

Najniższe współczynniki odpływu podziemnego rzędu 1,5–2,0 l/s·km² występują w części środkowej dorzecza na obszarze Wielkopolski, zaś najwyższe w zlewniach północnych Drawy i Gwdy – rzędu 3–6 l/s·km² oraz w części południowej Górnej Warty i Liswarty – 3–4,5 l/s·km², a także ziemi lubuskiej – 3,0–3,5 l/s·km². Udział odpływu podziemnego w całkowitym waha się od 33 do 65%. Ogólnie na obszarze zlewni Warty 17,3% opadów infiltruje do warstw wodonośnych (Paślawski, Koczorowska, 1974).

Przeprowadzone przez IMGW w 1988 r. obliczenia odpływu podziemnego na obszarze Polski z okresu 1951–1980 (Orsztynowicz, 1988) potwierdzają ustalenia dla dorzecza Warty z 1974 r., a dla części Wielkopolski Środkowej są niższe – dla zlewni Mesznej, Wrześni i Mogilnicy odpływ ten jest niższy od 1 l/s·km².

Wody podziemne zwykle o mineralizacji do 1 g/l występują w regionie wodnym Warty do głębokości około 800 m; najczęściej jednak do 200–300 m. Ze względu na strukturę geologiczną w tej strefie głębokości wody podziemne tworzą wielopoziomowe zbiorniki w utworach kenozoicznych, mezozoicznych i paleozoicznych (tylko rejon Zawiercia). Wiek wodonośców na obszarze regionu pozwala wyróżnić następujące piętra wodonośne: czwartorzędowe, paleogeńsko-neogeńskie, kredowe, jurajskie, triasowe i paleozoiczne (dewon).

Czwartorzędowe piętro wodonośne występuje na całym obszarze regionu wodnego Warty, lokalnie w górnej części regionu. Poziom wodonośny jest zbudowany z różnoziarnistych piasków i żwirów różnowiekowych struktur dolin rzecznych, dolin kopalnych, poziomów fluwioglacjalnych powierzchniowych i kopalnych (poziomy międzyglinowe), rynien polodowcowych i innych drobnych form polodowcowych. Liczba i miąższość poziomów

wodonośnych i ich zasięg przestrzenny są związane z zasięgiem kolejnych zlodowaceń. Główne znaczenie mają użytkowe poziomy wodonośne czwartorzędowe znajdujące się w środkowej i dolnej części dorzecza Warty, gdzie decydują o zasilaniu podziemnym rzek. Wodami tego piętra zasilane są wszystkie ciekę regionu wodnego. Wielkość zasilania poziomów czwartorzędowych z infiltracji opadów i przesączania z nadległych poziomów waha się w przedziale $2,0\text{--}18,0 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{km}^2$ w zależności od stopnia izolacji od powierzchni terenu, głębokości występowania i układów krążenia wód oraz wielkości opadów.

Paleogeńsko-neogeńskie piętro wodonośne jest związane z utworami piaszczystymi (tylko miejscami zwirowymi) miocenu i lokalnie oligocenu tworzącymi dwa poziomy wodonośne. Piętro to w sposób nieciągły występuje w środkowej części zlewni Warty, mniej więcej do południka Proсны, zaś dalej na północ i zachód w formie ciągłej tworzy regionalny zbiornik wód podziemnych Wielkopolski i Pomorza. Wody podziemne piętra występują w strefie głębokości od 70 do ponad 250 m, pod ciągłym nakładem iłów poznańskich górnego miocenu i kompleksu utworów czwartorzędowych. Zasilanie jest zależne od głębokości i stopnia izolacji od poziomów nadległych czwartorzędu i na większości obszaru występowania zawiera się w granicach od 0,1 do $2,3 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{km}^2$, najczęściej poniżej $0,8 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{km}^2$.

Kredowe piętro wodonośne. W obrębie piętra kredowego głównym poziomem użytkowym, ze względu na rozprzestrzenienie i miąższość wodonośca, jest poziom górnokredowy, który tworzą wapienie, margle, opoki, lokalnie gezy i piaskowce o miąższości dochodzącej do 250 m. Poziom ten występuje powszechnie w obrębie niecki łódzko-mogileńskiej do granicy północnej, wzdłuż linii Gniezno–Mogilno–Strzelno–Inowrocław. Poziom dolnokredowy jest rozpoznany tylko w rejonie Łodzi, gdzie stanowi poziom użytkowy. W zależności od głębokości występowania i izolacji od nadległych poziomów i od powierzchni terenu zasilanie poziomów tego piętra waha się w przedziale $0,1\text{--}8,0 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{km}^2$.

Jurajskie piętro wodonośne. W kompleksie litologicznym utworów jurajskich wyróżniono trzy poziomy wodonośne: górnójurajski, środkójurajski i dolnojurajski. Poziom górnójurajski jest głównym poziomem wodonośnym zlewni górnej Warty oraz rejonu Kalisza–Pleszewa. Utwory wodonośne tego poziomu to szczelinowate, skrasowiałe wapienie i margle, o miąższości do 400 m. Poziom środkójurajski stanowią piaski i piaskowce (warstwy kościeliskie) dolnej części jury środkowej. Poziom ten jest poziomem użytkowym w części zlewni górnej Warty i Liswarty, lokalnie w zlewni środkowej Proсны. Poziom dolnojurajski występuje jako poziom użytkowy głównie w zlewni górnej Warty i Liswarty, a lokalnie w północnej części dorzecza Gwdy w rejonie Piły (rejon antyklinorium pomorskiego). Tworzą go zwykle spękane piaskowce, lokalnie piaski różnoziarniste. Odnawialność poziomów tego piętra jest zróżnicowana, podobnie jak piętra kredowego.

Triasowe piętro wodonośne o znaczeniu użytkowym występuje w południowej części regionu wodnego Warty. Tworzą je poziomy wodonośne wapienia muszlowego i retu zbudowane z dolomitów i margli. Są to poziomy szczelinowo-krasowo-porowe, miejscami połączone w jeden kompleks wodonośny, zwany serią węglanową triasu.

Paleozoiczne piętro wodonośne jest reprezentowane przez poziom dewoński. Znajduje się on w wapieniach, które występują tylko lokalnie w górnej części zlewni, w rejonie Zawiercia.

Odnawialność wód podziemnych użytkowych pięter wodonośnych jest związana z wielkością opadów atmosferycznych w regionie wodnym oraz rozprzestrzenieniem i miąższością poziomów wodonośnych w strefie głębokości intensywnego krążenia wód – według badań hy-

drologicznych zlewni wynosi najczęściej od 5,2 do 13,8 m³/h · km², zaś według badań hydrogeologicznych (modelowych) ich obszarów – od 5,1 do 11,3 m³/h · km². Układy krążenia wód podziemnych w dorzeczu są silnie zmienione w rejonie Konina i Turka oraz Bełchatowa z powodu odwodnień kopalni węgla brunatnego oraz w rejonach eksploatacji dużych ujęć: Zawiercia, Częstochowy, rejonu Łodzi, rejonu Poznania (Mosina, Gruszczyń), Kalisza, Jarocina, Gniezna i Piły, a także eksploatacji rozproszonej, lecz względnie dużej, w przypadku zbiornika Wielkopolski o słabej odnawialności.

4.4. Jednostki bilansowe w regionie wodnym Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego

Opracowanie obejmuje obszar administrowany przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Szczecinie – region wodny Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego, tj. dorzecze dolnej Odry poniżej Warty oraz zlewnie rzek Przymorza po rzekę Wieprzę i Grabową włącznie. Tak zdefiniowany region o powierzchni 20,4 tys. km² w ramach rejonizacji hydrograficznej podzielono na 14 obszarów bilansowych (zlewni bilansowych), oznaczonych numerami od S-I do S-XV. Obszary bilansowe odpowiadają w większości zlewniom hydrograficznym, a ich granice najczęściej są zgodne z przebiegiem działów wodnych II rzędu większych dopływów Odry i rzek Przymorza.

W wyniku prac dokumentacyjnych i studialnych (Herbich i in., 2007), prowadzonych w celu ustalenia zasobów wód podziemnych i dokonania oceny stanu ich zagospodarowania z uwzględnieniem związków z wodami powierzchniowymi, na podstawie układów krążenia i kryteriów hydrostrukturalnych, w regionie wodnym Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego wydzielono 60 rejonów wodnogospodarczych (uwzględniając dorzecze Ücker, na obszarze działalności RZGW w Szczecinie wydzielono łącznie 63 rejonów wodnogospodarcze) (fig. 7, tab. 7). Podział ten uwzględnia naturalne granice hydrograficzne, a jednostkom bilansowym odpowiadają zlewnie wód powierzchniowych I, II i III rzędu, przyjęte według podziału hydrograficznego Polski (Rastrowa..., 2007) – biorąc pod uwagę kryteria drenażu wód podziemnych, w tych obszarach wydzielono zlewnie cząstkowe: zlewnie bezpośrednie Bałtyku, Zalewu Szczecińskiego, Odry dolnej i dużych jezior. Trzy z wydzielonych rejonów wodnogospodarczych (A2, C2, D) w obszarze bilansowym S-V należą do regionu wodnego Ücker, w dorzeczu Ücker. Wydzielone rejonów wodnogospodarcze w obszarach bilansowych o udokumentowanych zasobach wód podziemnych pokrywają się z podziałem zlewniowym i stanowią jednostki dostosowane do sporządzania jednolitych bilansów wód powierzchniowych i wód podziemnych. Jednostki te w wielu przypadkach są zgodne lub mają wspólne granice ze scalonymi częściami wód powierzchniowych.

Region wodny Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego obejmuje północno-zachodnią część kraju w obrębie Pobrzeży Południowobałtyckich (obszar Pobrzeża Szczecińskiego i zachodnią część Pobrzeża Koszalińskiego do zlewni Słupi) oraz Pojezierzy Południowobałtyckich (część zachodnią Pojezierza Zachodniopomorskiego i część zachodnią Pojezierza Południowopomorskiego z północno-zachodnim fragmentem Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej) oraz zachodnią część Pojezierza Lubuskiego z przyległym od południowego wschodu fragmentem Pradoliny Warciańsko-Odrzańskiej (Kondracki, 2002). Obszar regionu został ukształtowany w czasie postępu i recesji lądolodu w fazie pomorskiej zlodowacenia północno-

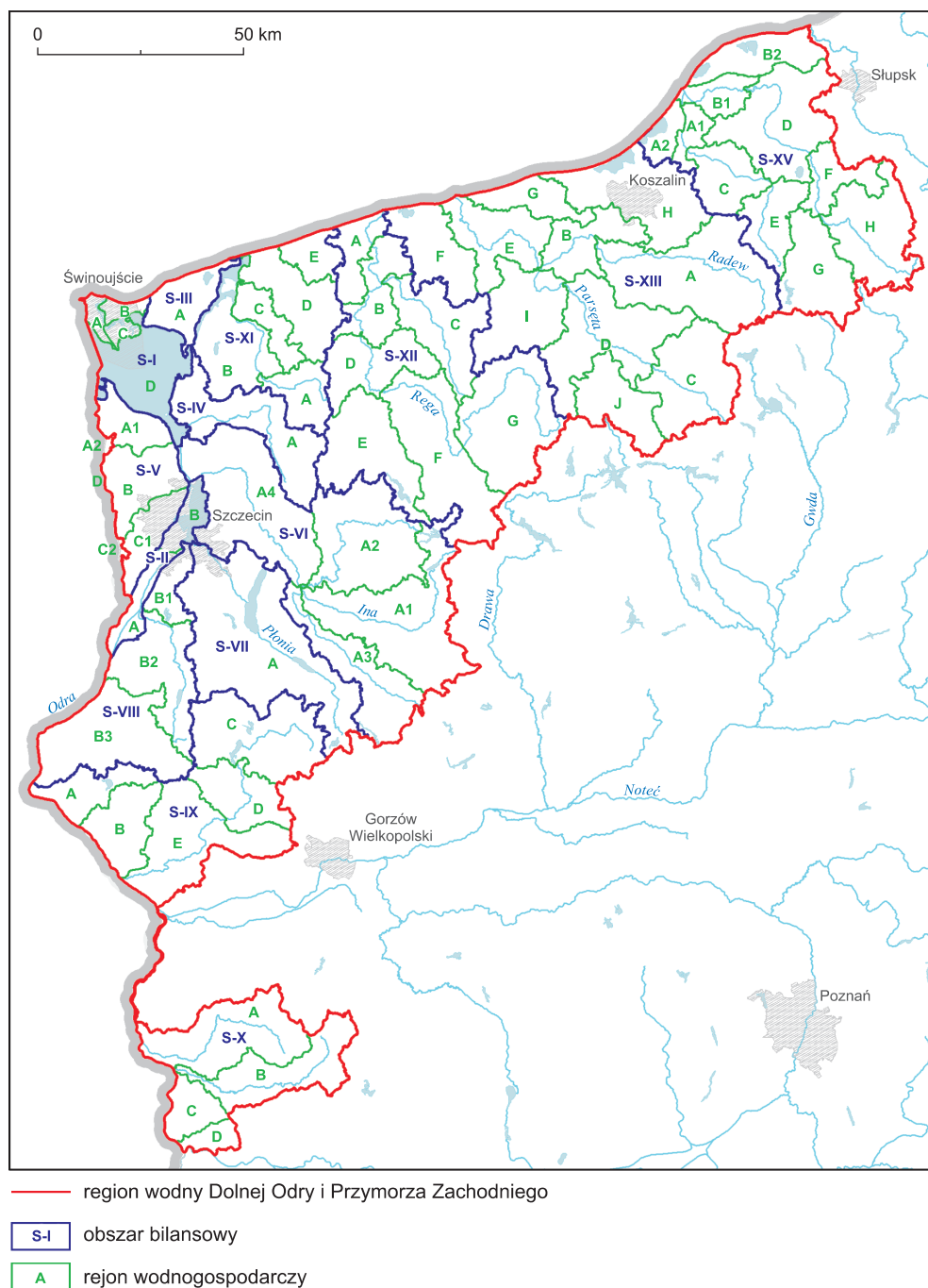


Fig. 7. Podział regionu wodnego Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego na obszary bilansowe i rejony wodnogospodarcze (wg Herbicha i in., 2007)

Tabela 7

Podział regionu wodnego Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego na obszary bilansowe i rejonu wodnogospodarcze

Nr	Nazwa obszaru bilansowego	Wiek poziomów wodonośnych	Powierzchnia [km ²]	Nr rejonu	Nazwa rejonu wodnogospodarczego	Powierzchnia [km ²]
1	2	3	4	5	6	7
S-I	Uznam, Zalew Szczeciński	Q	516,8	A	Uznam	42,2
				B	Zachodni Wolin	42,3
				C	Karsibór	37,0
				D	Zalew Szczeciński	395,2
S-II	Międzyodrze	Q, K	226,2	A	Dolina rz. Odry (Widuchowa–Szczecin-Zdroje)	119,8
				B	Międzyodrze Szczecina – Jezioro Dąbie	106,5
S-III	Wolin (bez części zachodniej)	Q	214,0	A	Dolina rz. Odry (Widuchowa–Szczecin-Zdroje)	214,0
S-IV	Gowienica	Q, Ng, Pg, K	488,3	A	Gowienica	488,3
S-V	Lewobrzeżna Dolna Odra (Gunica-Ücker)	Q, K	615,2	A1	Zlewnia Zalewu Szczecińskiego	166,5
				A2	Zlewnia Zalewu Szczecińskiego (dorzecze Ücker)	7,2
				B	Gunica	272,4
				C1	Odra (zlewnia bezpośrednia)	176,4
				C2	Odra (zlewnia bezpośrednia) (dorzecze Ücker)	6,8
				D	Ücker (dorzecze Ücker)	0,7
S-VI	Ina	Q, Ng, Pg	2506,4	A1	Górna Ina (do Stargardu Szczecińskiego)	743,4
				A2	Krapiel	596,0
				A3	Mała Ina	406,8
				A4	Dolna Ina (poniżej Stargardu Szczecińskiego)	760,2
S-VII	Płonia	Q, Ng, Pg	1128,6	A	Płonia	1128,6
S-VIII	Rurzyca, Tywa	Q, Ng, K	1101,7	B1	Zlewnia Omulnej	124,4
				B2	Zlewnia Tywy – Jez. Kiełbicze	411,7
				B3	Zlewnia Rurzyca – Kanału Cedyńskiego	565,6
S-IX	Myśla, Kurzyca, Słubia	Q, Ng	1815,7	A	Słubia ze zlewnią bezpośrednią Odry	200,8
				B	Kurzyca ze zlewnią bezpośrednią Odry	261,8
				C	Myśla górna (wod. Myślibórz)	542,1
				D	Myśla środkowa (wod. Dolsk)	262,2
				E	Myśla dolna ze zlewnią bezpośrednią Odry	548,8

Tabela 7 cd.

1	2	3	4	5	6	7
S-X	Ilanka, Pliszka, Konotop	Q, Ng	1131,2	A	Ilanka	512,6
				B	Pliszka	388,7
				C	Kanał Luboński	153,0
				D	Konotop	76,9
S-XI	Dziwna i Przymorze	Q, K, J	1190,7	A	Górna Wołcenica do Moracza	188,6
				B	Wołcenica Dolna po Dusin	375,7
				C	Niemica	152,2
				D	Świniec z Wołczą i Stuchowską Strugą	343,7
				E	Przymorze od Dziwny do Liwiej Łuży	130,5
S-XII	Rega i Przymorze	Q, Ng, Pg, K, J	2812,7	A	Obszar Przymorski	169,3
				B	Dolna Rega	250,8
				C	Mołstowa	373,0
				D	Rega Środkowa	313,5
				E	Sapólna, Ukleja	455,9
				F	Rega, Węgorza	638,9
				G	Górna Rega	611,4
S-XIII	Parsęta, Radew, Przymorze – Resko	Q, Ng, Pg, K, J	4098,8	A	Zlewnia Górnej Radwi	765,1
				B	Zlewnia Dolnej Radwi	251,4
				C	Zlewnia Górnej Parsęty	457,6
				D	Zlewnia Środkowej Parsęty	582,7
				E	Zlewnia Dolnej Parsęty	343,1
				F	Zlewnia jez. Resko Przymorskie	318,8
				G	Zlewnia Czerwonej	180,4
				H	Zlewnia jez. Jamno	517,6
				I	Zlewnia Pokrzywnicy	394,0
				J	Zlewnia Dębnicy	288,0
S-XV	Wieprza i Grabowa	Q, Ng, Pg, K	2559,4	A1	Dolna Grabowa	87,8
				A2	Zlewnia jez. Bukowo	97,4
				B1	Przymorze Wieprzy	129,7
				B2	Przymorze od Wieprzy do Słupi	250,0
				C	Środkowa Grabowa	237,2
				D	Dolna Wieprza	547,7
				E	Górna Grabowa	225,7
				F	Środkowa Wieprza	178,2
				G	Studnica	355,7
				H	Górna Wieprza	449,9
Łącznie			20 405,7			

polskiego. Pobrzeże Południowobałtyckie tworzą niziny nadmorskie z pasem form równin nadmorskich (plaż, wydmy, delt rzecznych) i równiny morenowe lokalnie urozmaicone wzgórzami morenowymi z kulminacjami do 100 m n.p.m., uformowane w plejstocenie i holocenie. Formy holocenijskie są związane głównie ze współczesnymi procesami kształtującymi brzeg morski. Pojezierza Południowobałtyckie tworzą różnorodne formy glacialne powstałe podczas ostatniego zlodowacenia, w postaci osadów morenowych, fluwioglacjalnych i rzecznych z licznymi jeziorami polodowcowymi. Powierzchnię pojezierzy rozcinają liczne doliny, duże formy pradolinne o szerokości do 10 km, które od zachodu ogranicza plejstocenijsko-holocenijska dolina Odry o przebiegu południkowym.

Pod względem klimatycznym opisywany obszar znajduje się w obrębie trzech regionów: nadmorskiego (bałtyckiego), pojeziernego (pomorskiego) oraz lubusko-dolnośląskiego – południowa część (zlewnie Ilanki i Pliszki). Klimat bałtycki z dużym udziałem niżów barometrycznych obejmuje wąski pas wybrzeża. Średnie roczne sumy opadów atmosferycznych charakteryzują się dużym zróżnicowaniem w granicach 550–700 mm, wilgotność powietrza waha się od 74 do 84%. Na pozostałym obszarze pozostającym pod wpływem klimatu pojeziernego dominuje napływ powietrza z południowego zachodu, przy czym suma rocznych opadów jest zawarta w podobnych granicach 550–700 mm. Średnie roczne temperatury powietrza kształtują się na poziomie 7,5–8,5°C, wilgotność powietrza waha się od 76 do 82%.

Sieć hydrograficzną warunkuje południkowy przepływ Odry z prawobrzeżnymi dopływami oraz Bałtyk, do którego są skierowane bezpośrednie dopływy z Przymorza, od pasa wyniesień moren pomorskich zlodowacenia bałtyckiego. W budowie geologicznej regionu wyróżniono trzy jednostki strukturalne podłoża: nieckę szczecińską, wał pomorski i nieckę pomorską.

Niecka szczecińska tworzy kompleks cechsztyński-mezozoiczny wypełniony utworami kredy górnej. W jej obrębie występuje szereg mniejszych struktur – synklin i antyklin o osiach z NW na SE oraz zrębów jurajskich częściowo związanych z tektuniką solną. Wał pomorski, traktowany jako wypiętrzenie kompleksu mezozoicznego, jest zbudowany z osadów jurajskich. Budowa tego kompleksu jest bardzo złożona, występuje tu szereg stref dyslokacyjnych dzielących obszar wału na szereg bloków tektonicznych. Niecka pomorska to struktura typu platformowego, wypełniona osadami górnokredowymi zapadającymi pod niewielkim kątem ku NE. Na wymienionych wgłębnych strukturach zalegają utwory kenozoiku: paleogenu i neogenu oraz czwartorzędu.

Utwory paleogenu i neogenu są reprezentowane przez ropy, mułki i podrzędnie piaski z glaukonitem oligocenu oraz osady klastyczne – piaski drobnoziarniste, pylaste, mułki z prze-warstwowieniami ropy i wkładkami węgla brunatnego miocenu. Osady te występują głównie w południowej i wschodniej części regionu, jako że w części zachodniej zostały zniszczone (usunięte) lub przemieszczone (w wyniku procesów erozyjnych i egzaracyjnych) w czasie zlodowaceń plejstocenijskich. Najwyższe ogniwo kenozoiku stanowią osady czwartorzędu, które pod względem stratygraficznym są zaliczane do trzech okresów glacialnych i holocenu. Pokrywają one cały obszar regionu i tworzą bardzo zróżnicowany, pod względem miąższości, kompleks osadów lodowcowych, wodnolodowcowych, rzecznych i zastoiskowych. W ich podłożu występują osady powstałe od jury dolnej do neogenu.

Według regionalizacji hydrogeologicznej zwykłych wód podziemnych w granicach obszaru wydzielono dwa regiony hydrogeologiczne – pomorski (V) i wielkopolski (VI). Zwykłe wody podziemne występują w osadach czwartorzędu, neogenu i paleogenu oraz lokalnie

w utworach kredy, jury i triasu (w wyniesionych stropowych partiach utworów mezozoicznych). Wody słodkie występują na różnych głębokościach: w Kołobrzegu wody podziemne w całym profilu pionowym są zasolone (brak wód słodkich), w pasie przymorskim, w tym w rejonie wysp Uznam i Wolin, występują do głębokości 30–50 m; zaś na pozostałym obszarze w pasie równin i pojezierzy do głębokości 100–300 m.

W granicach regionu znajduje się w całości lub częściowo 10 zbiorników GZWP (Kleczkowski red., 1990) wydzielonych w utworach czwartorzędowych i paleogeńsko-neogeńskich: GZWP nr 102 – Wolin, GZWP nr 118 – zbiornik m. morenowy Polanów, GZWP nr 120 – zbiornik m. morenowy Bobolice (częściowo na obszarze), GZWP nr 122 – dolina kopalna Szczecin, GZWP nr 123 – Zbiornik m. morenowy Stargard – Goleniów, GZWP nr 126 – Zbiornik (Qm, Tr) Szczecinek (częściowo na obszarze), GZWP nr 134 – Dębno (częściowo na obszarze), GZWP nr 135 – Zbiornik (QSM) Barlinek (częściowo na obszarze), GZWP nr 144 – Dolina Kopalna Wielkopolska (fragment zachodni częściowo na obszarze), GZWP nr 148 – Sandr Pliszki w zlewni Pliszki i Ilanki (częściowo na obszarze).

5. WYNIKI BILANSU WODNOGOSPODARCZEGO Z UWZGLĘDNIENIEM ODDZIAŁYWAŃ Z WODAMI POWIERZCHNIOWYMI

5.1. Region wodny Górnej Odry

Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych dla piętra czwartorzędowego i triasowego w regionie wodnym Górnej Odry o powierzchni 3829,8 km² (na obszarze działalności RZGW w Gliwicach) ustalono na 518 962 m³/d. Zasoby gwarantowane wód podziemnych, oszacowane dla regionu wodnego Górnej Odry zgodnie z przyjętą metodyką (Herbich, 2008; Herbich, Przytuła, 2012), wynoszą 5,52 m³/s, tj. 476,9 tys. m³/d (wskaźnikowo 124,5 m³/d·km²).

W obrębie 75% analizowanych rejonów wodnogospodarczych zasoby gwarantowane wód podziemnych są niższe lub zbliżone do dyspozycyjnych (fig. 8, tab. 9). W części rejonów silnie zmienionych antropogenicznie wartości zasobów gwarantowanych wyznaczone na podstawie analizy przepływów niskich przekraczają wartość zasobów dyspozycyjnych ze względu na wysokie wartości tych przepływów, które są kształtowane przez zrzuty wód pochodzących z odwadniania kopalń lub przerzuty wód pomiędzy zlewniami (fig. 8).

Pobór aktualny (wg stanu na 2011 rok) (Gałkowski, 2012) wynosi 4,36 m³/s (376 363 m³/d), co stanowi niespełna 80% ustalonych zasobów gwarantowanych (fig. 11). Najniższe pobory wód stwierdzono w rejonie GL-IV/B1, a najwyższe – w rejonie GL-V/A.

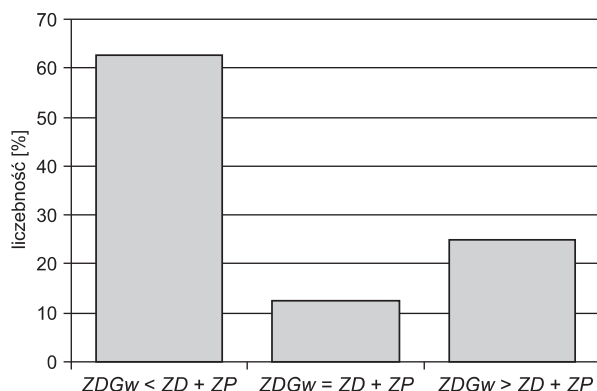


Fig. 8. Rozkład wielkości zasobów gwarantowanych (ZDGw) w stosunku do zasobów dyspozycyjnych (ZD) w rejonach wodnogospodarczych regionu wodnego Górnej Odry

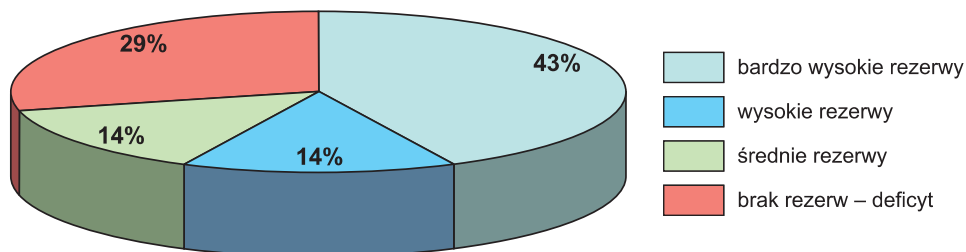


Fig. 9. Struktura aktualnego wykorzystania zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych w rejonach wodnogospodarczych w regionie wodnym Górnej Odry

Zgodnie z przyjętą w opracowaniu metodyką (Herbich, Przytuła, 2012), pobór prognozowany na 2030 rok oszacowano, zwiększając pobór aktualny o 15%. Wyniósł on 5,01 m³/s (432 840 m³/d), co stanowi około 90,8% ustalonych zasobów gwarantowanych.

Stopień wykorzystania zasobów dyspozycyjnych ZD i gwarantowanych ZDGw w rejonach wodnogospodarczych jest bardzo zróżnicowany i mieści się najczęściej w granicach od kilku do ponad 100% (fig. 9, 10), przy średniej blisko 80%. Największe rezerwy wód podziemnych, sięgające 80–98% ustalonych zasobów gwarantowanych, występują w rejonach: GL-IV/A, GL-IV/B1, GL-IV/B2 i GL-IV/E. Przeprowadzony bilans wodnogospodarczy wykazał deficyt tych zasobów w rejonach GL-IV/D i GL-V/A. Są to obszary silnie zmienione antropogenicznie (rejon Gliwic), z licznymi kopalniami węgla kamiennego. W rejonie Gliwic (GL-V/A) długo-trwała eksploatacja wody jest prowadzona na poziomie przekraczającym możliwości naturalnego

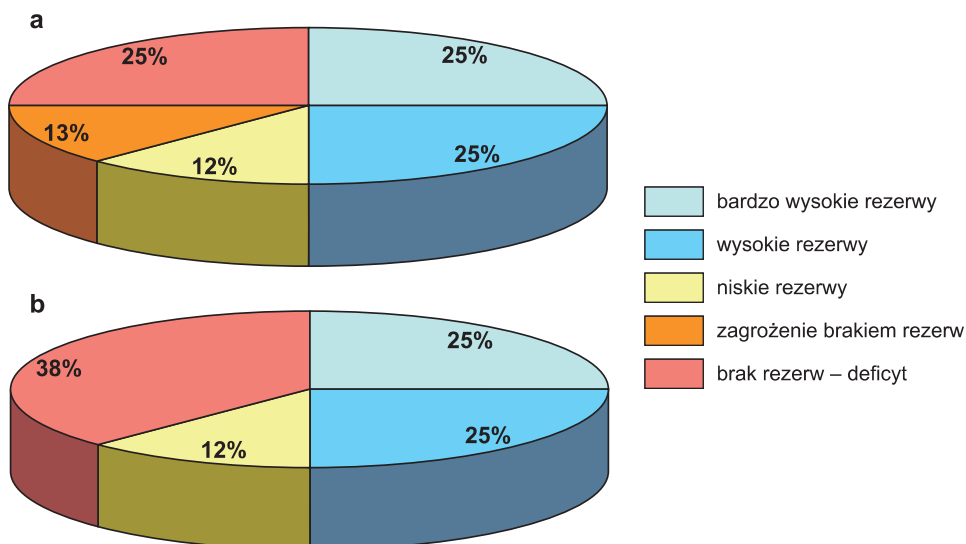


Fig. 10. Struktura wykorzystania zasobów gwarantowanych wód podziemnych w rejonach wodnogospodarczych w regionie wodnym Górnej Odry

a – pobór aktualny, **b** – pobór prognozowany

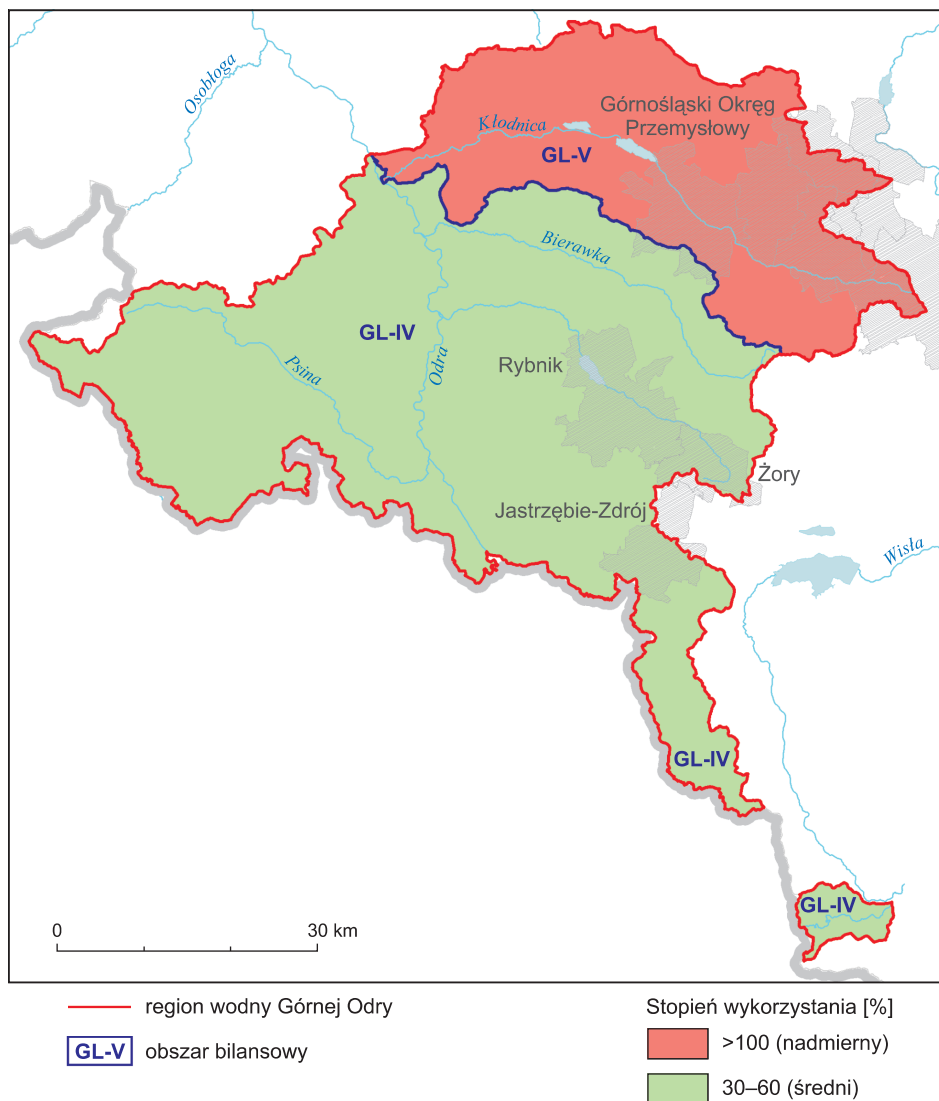


Fig. 11. Aktualny i prognozowany stopień wykorzystania zasobów gwarantowanych wód podziemnych w obszarach bilansowych regionu wodnego Górnej Odry

odnawiania zasobów wód podziemnych, czego skutkiem jest zubożenie zasobów oraz trwałe przekształcenie warunków hydrogeologicznych. Wykonując bilans wodnogospodarczy na obszarach deficytowych, należy rozważyć zmniejszenie prognozowanego poboru.

Aglomeracja Górnego Śląska w znacznym stopniu jest zaopatrywana w wodę pitną pochodzącą z ujęć powierzchniowych, między innymi ze zbiorników w Goczałkowicach i Dzieńkowicach – ujęcia Górnosławskiego Przedsiębiorstwa Wodociągowego (GPW). Wody powierzchniowe i podziemne, ujmowane przez wodociągi lokalne (miejskie) i centralny ujęcia

GPW na bezpośrednim obrzeżu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, stanowią obecnie około 23–25% wód wykorzystywanych przez ludność i przemysł. Wody te są następnie odprowadzane w postaci ścieków do najbliższych cieków powierzchniowych znajdujących się często w innych zlewniach. Występuje tu zjawisko przerzutów wody między zlewniami, spotykane również w przypadku kopalń. Przyjęte do obliczeń zasobowych wielolecie 1951–1970 było okresem intensywniejszej niż obecnie eksploatacji górniczej, a tym samym – wysokiego poboru odwodnieniowego oraz zrzutu do rzek wód kopalnianych i ścieków. W ostatnich latach zaobserwowano spadek poboru wody, co jest związane z sukcesywnym ograniczaniem górnictwa i restrukturyzacją przemysłu. Mając na uwadze powyższe fakty, należy krytycznie oceniać uzyskany wynik bilansu wodnogospodarczego.

W analizie bilansowej wpływu poborów: aktualnego, prognozowanego i maksymalnego – dopuszczalnego, uwzględniano, zgodnie z metodyką, 25 i 75% zwrot pobranych wód do rzek w postaci ścieków i wód kopalnianych. Zlewnie rzek Psina po wodowskaz Samborowice (leżąca w rejonie wodnogospodarczym GL-IV/B2) i Kłodnicy po Lenartowice (GL-V/AB), (tab. 8) wybrano na zlewnie reprezentatywne w celu ustalenia gwarantowanych zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania *ZDGw* oraz zilustrowania wpływu zagospodarowania wód podziemnych na zasoby wód powierzchniowych w regionie wodnym Górnej Odry. Czas inercji systemu wodonośnego kształtującego odpływ wód podziemnych do rzeki Psina po wodowskaz Samborowice określono na 5 lat, a do Kłodnicy po wodowskaz Lenartowice – na 3 lata.

Tabela 8

Rejony wodnogospodarcze i reprezentatywne zlewnie bilansowe wytypowane w celu zilustrowania wpływu zagospodarowania wód podziemnych na zasoby wód powierzchniowych

Region wodny	Rejon wodnogospodarczy wód podziemnych			Reprezentatywna zlewnia			
	Obszar bilansowy	Symbol rejonu wodnogospodarczego	Powierzchnia A_{RWG} [km ²]	Rzeka	Przekrój wodowskazowy	CI [lata]	Powierzchnia A_{ZB} [km ²]
Górna Odra	GL-IV	GL-IV/B2	554,6	Psina	Samborowice	5	513,0
	GL-V	GL-V/AB	1122,0	Kłodnica	Lenartowice	3	1055,0
Środkowa Odra	W-III	W-III/DE	1584,9	Stobrawa	Wapienniki	3	1031,4
	W-IV	W-IV/AB	1100,3	Mała Panew	Staniszcze Wielkie	5	1107,4
Warta	P-IX	P-IX/C	430,6	Lutynia	Raszewy	5	534,0
	P-XI	P-XI/AB	1060,1	Wełna	Pruśce	2	1130,0
Dolna Odra i Przymorze Zachodnie	S-VI	S-VI/A2	596,0	Krapiel	Gągolewo	2	472,0
	S-VII	S-VII/A	1128,6	Płonia	Żelewo	3	999,0
	S-XII	S-XII/G	611,4	Rega	Łobez	7	609,0

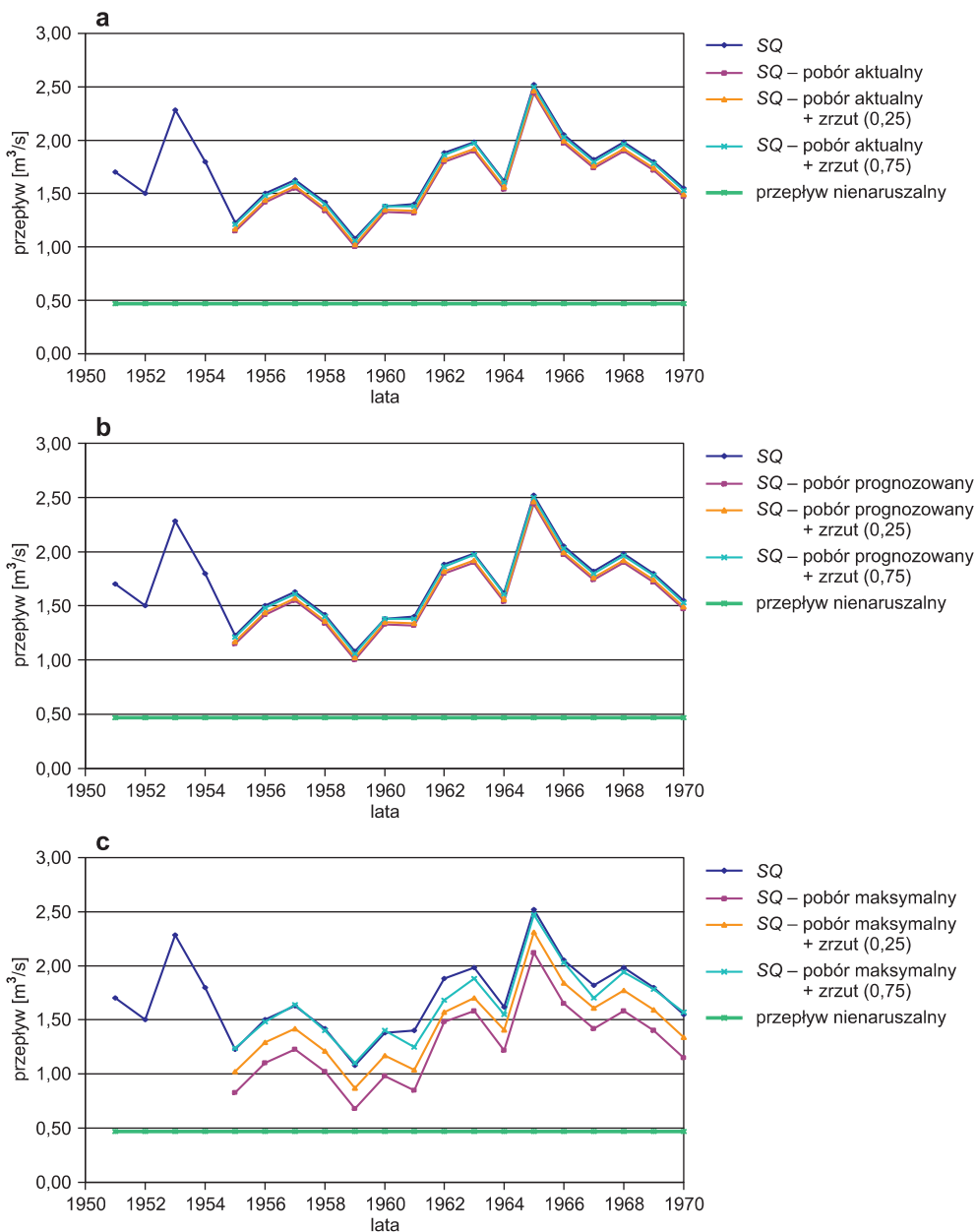


Fig. 12. Wpływ zagospodarowania zasobów wód podziemnych (poboru i zrzutu ścieków) na średni roczny przepływ rzeczny (SQ); rzeka Psina – wodowskaz Samborowice

a – pobór aktualny, **b** – pobór prognozowany, **c** – pobór maksymalny dopuszczalny

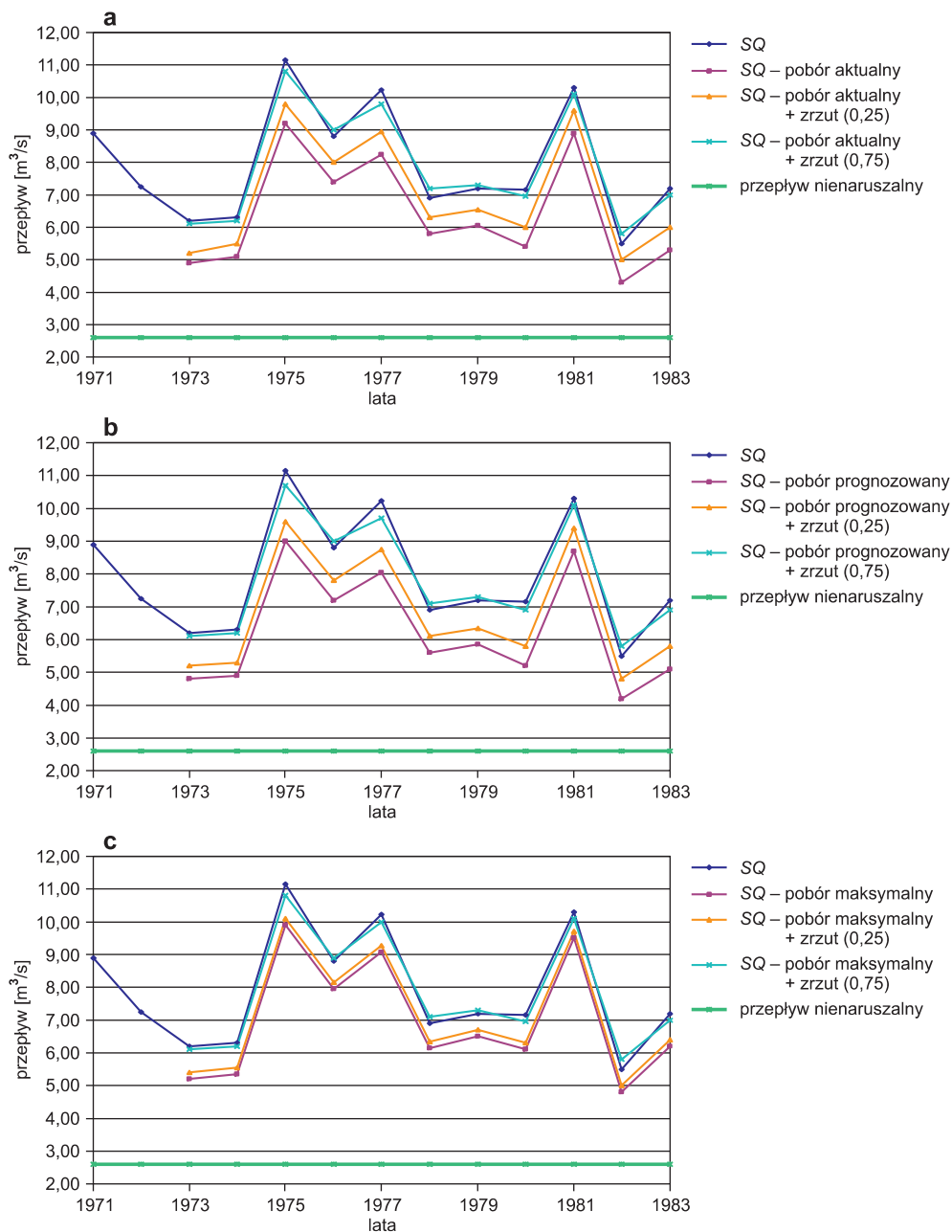


Fig. 13. Wpływ zagospodarowania zasobów wód podziemnych (poboru i zrzutu ścieków) na średni roczny przepływ rzeczny (SQ); rzeka Kłodnica – wodowskaz Lenartowice

a – pobór aktualny, b – pobór prognozowany, c – pobór maksymalny dopuszczalny

W obu zlewniach wpływ poborów aktualnego i prognozowanego (z uwzględnieniem zrzutu wód kopalnianych, przerzutu pomiędzy zlewniami oraz zwrotu zużytych wód w postaci ścieków) na średni roczny przepływ rzeczny SQ jest niewielki (fig. 12, 13). Wpływ maksymalnego dopuszczalnego poboru z ujęć wód podziemnych, określonego w wysokości zasobów gwarantowanych, jest większy. Realizacja takiego poboru spowodowałaby w zlewni Psiny spadek przepływu SQ średnio o $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, a w zlewni Kłodnicy – o około $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Nie stanowi to jednak zagrożenia obniżeniem średniego rocznego przepływu rzecznoego poniżej wartości przepływu nienaruszalnego (fig. 12, 13). Wynik oceny wpływu poboru wód podziemnych na przepływ wód powierzchniowych w obu zlewniach wykazuje znaczącą zależność od stopnia zwrotu zużytych wód do systemu hydrograficznego zlewni.

Wyniki obliczeń bilansowych przeprowadzonych w analizowanych zlewniach wykazują większą wrażliwość przepływów rzecznych utrzymywanych z zasilania podziemnego na stopień zwrotu zużytych wód do systemu hydrograficznego zlewni, zwłaszcza w warunkach ich kształtowania przez pobór równy zasobom gwarantowanym $ZDGW$.

5.2. Region wodny Środkowej Odry

Zasoby wód podziemnych możliwe do zagospodarowania w regionie Środkowej Odry, określone jako łączne zasoby perspektywiczne i dyspozycyjne, wynoszą $4\,684\,182 \text{ tys. m}^3/\text{d}$ (wskaźnikowo $119 \text{ m}^3/\text{d} \cdot \text{km}^2$), w tym zasoby dyspozycyjne wód podziemnych, udokumentowane dla obszaru $14\,987 \text{ km}^2$, tj. $37,9\%$ powierzchni regionu, wynoszą $2\,188\,551 \text{ tys. m}^3/\text{d}$. Zasoby perspektywiczne wód podziemnych tego regionu, obliczone dla pozostałej części obszaru (o powierzchni około $24\,553 \text{ km}^2$), wynoszą $2\,495\,631 \text{ tys. m}^3/\text{d}$.

Zasoby dyspozycyjne i perspektywiczne możliwe do zagospodarowania w regionie Środkowej Odry określono dla piętra czwartorzędowego, paleogeńsko-neogeńskiego, kredowego, triasowego oraz często nierozdzielonego systemu wodonośnego osadów piętra paleozoicznego-proterozoicznego.

Zasoby gwarantowane w regionie wodnym Środkowej Odry, o powierzchni $39\,299 \text{ km}^2$, bez obszaru bilansowego W-XII Łąba, wynoszą $51,55 \text{ m}^3/\text{s}$, tj. $4\,427,4 \text{ tys. m}^3/\text{d}$ (wskaźnikowo $112,6 \text{ m}^3/\text{d} \cdot \text{km}^2$). Porównanie wielkości zasobów gwarantowanych i perspektywicznych pokazuje, że zasoby gwarantowane wód podziemnych obliczone zgodnie z przyjętą metodą są zazwyczaj w niewielkim stopniu niższe od zasobów perspektywicznych czy zasobów dyspozycyjnych. W skali całego regionu, w obrębie 65% analizowanych rejonów wodnogospodarczych, zasoby gwarantowane wód podziemnych są niższe (w zakresie zmienności od 50 do blisko 100%) od dyspozycyjnych lub perspektywicznych, zależnie od stopnia rozpoznania zasobów w poszczególnych obszarach bilansowych i rejonach wodnogospodarczych według stanu na 2012 rok.

W części rejonów wodnogospodarczych zasoby gwarantowane, oszacowane zgodnie z przyjętą metodą, przekraczają lub znacznie odbiegają od zasobów dyspozycyjnych lub perspektywicznych – zależnie od stopnia rozpoznania zasobów na poszczególnych obszarach bilansowych i rejonach wodnogospodarczych (fig. 14). Jest to spowodowane zarówno przyjętymi uproszczeniami metodycznymi, jak i niesynchronizacją okresów wieloletnich będących podstawą ustalania porównywanym tu rodzajów zasobów wód podziemnych.

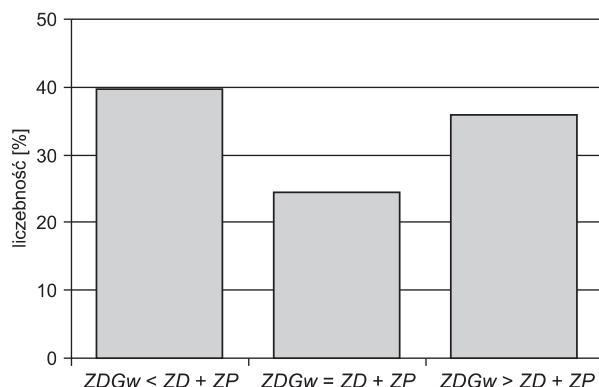


Fig. 14. Rozkład wielkości zasobów gwarantowanych (ZDGw) w stosunku do zasobów dyspozycyjnych i/lub perspektywicznych (ZD + ZP) w rejonach wodnogospodarczych regionu wodnego Środkowej Odry

Stopień wykorzystania zasobów dyspozycyjnych i/lub perspektywicznych (fig. 15) oraz gwarantowanych w rejonach jest bardzo zróżnicowany i wynosi od kilku do około 30% (fig. 16). Aktualne pobory wód podziemnych w skali regionu wynoszą $9,04 \text{ m}^3/\text{s}$, tj. $780\,708 \text{ m}^3/\text{d}$, co stanowi średnio 17,6% ustalonych zasobów gwarantowanych. Najwyższe pobory wód (ok. 30% wykorzystania zasobów) stwierdzono w obszarach bilansowych W-IV i W-XI (fig. 17). W pozostałej części regionu stopień wykorzystania zasobów jest bardzo niski (do 25%), co oznacza, że względny stan rezerw w tych rejonach jest wysoki i bardzo wysoki (tab. 9). Prognozowane pobory wód podziemnych w skali regionu wynoszą $7,82 \text{ m}^3/\text{s}$, tj. $897\,818 \text{ m}^3/\text{d}$, co stanowi średnio 20,3% ustalonych zasobów gwarantowanych. Na całym obszarze działalności RZGW we Wrocławiu rezerwy zasobów wód podziemnych są znaczne i wynoszą około 82,4% ustalonych zasobów gwarantowanych.

Wpływ zagospodarowania wód podziemnych na wody powierzchniowe przedstawiono na przykładzie zlewni rzek Stobrawa i Mała Panew, wybranych do przeprowadzenia analizy bilansowej w sąsiednich rejonach wodnogospodarczych (tab. 8). O doborze zlewni decydo-

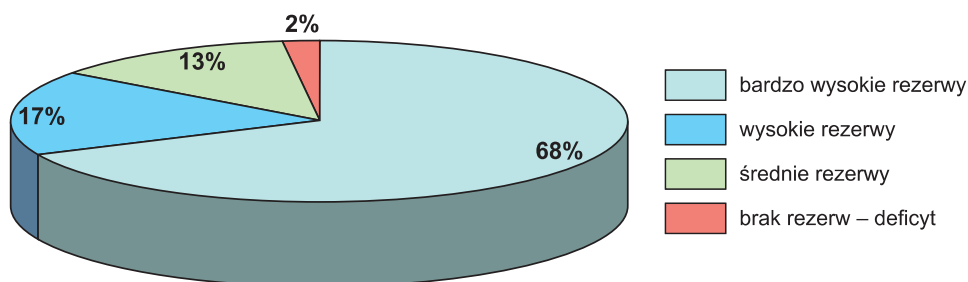


Fig. 15. Struktura aktualnego wykorzystania zasobów dyspozycyjnych i/lub perspektywicznych w rejonach wodnogospodarczych w regionie wodnym Środkowej Odry

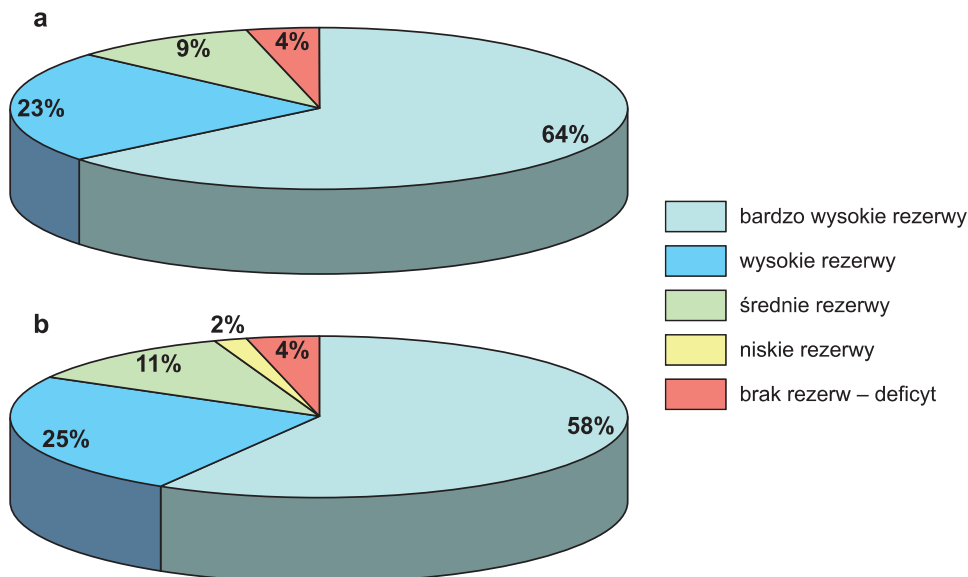


Fig. 16. Struktura aktualnego (a) i prognozowanego (b) wykorzystania zasobów gwarantowanych w rejonach wodnogospodarczych w regionie wodnym Środkowej Odry

wały ich powierzchnia, reprezentatywność w obszarze bilansowym oraz dostępność danych wodowskazowych niezbędnych dla ustalenia wartości przepływów średnich rocznych SQ i średnich rocznych przepływów z zasilania podziemnego QG w latach 1951–1970.

Czas inercji systemu wodonośnego kształtującego odpływ wód podziemnych do Stobrawy po wodowskaz Wapienniki określono na 3 lata, a dla Małej Panwi po wodowskaz Staniszcze Wielkie – na 5 lat.

Wielkość średniego rocznego przepływu w rzekach w tych przekrojach zarówno w wariancie nieuwzględniającym zrzut ścieków, jak i z uwzględnieniem zrzutu ścieków zmienia się w niewielkim stopniu. Należy zaznaczyć, że pobór maksymalny dopuszczalny równy zasobom gwarantowanym ZDG_w bez uwzględnienia zrzutu ścieków nie powoduje obniżenia przepływu w rzekach do poziomu wartości przepływu nienaruszalnego. Wpływ poboru wód podziemnych na zmiany średniego rocznego przepływu rzek SQ należy uznać za nieistotny (fig. 18, 20).

Wyniki obliczeń bilansowych przeprowadzonych w obu zlewniach wykazują niewielką wrażliwość przepływów rzecznych utrzymywanych z zasilania podziemnego na stopień zwrotu zużytych wód do systemu hydrograficznego zlewni (fig. 19, 21). Średni roczny przepływ pochodzenia podziemnego QG , skorygowany o wielkość poborów aktualnego, prognozowanego oraz maksymalnego na poziomie zasobów gwarantowanych ZDG_w na istniejących ujęciach bez uwzględniania zrzutu, jest zawsze większy od przepływu nienaruszalnego.

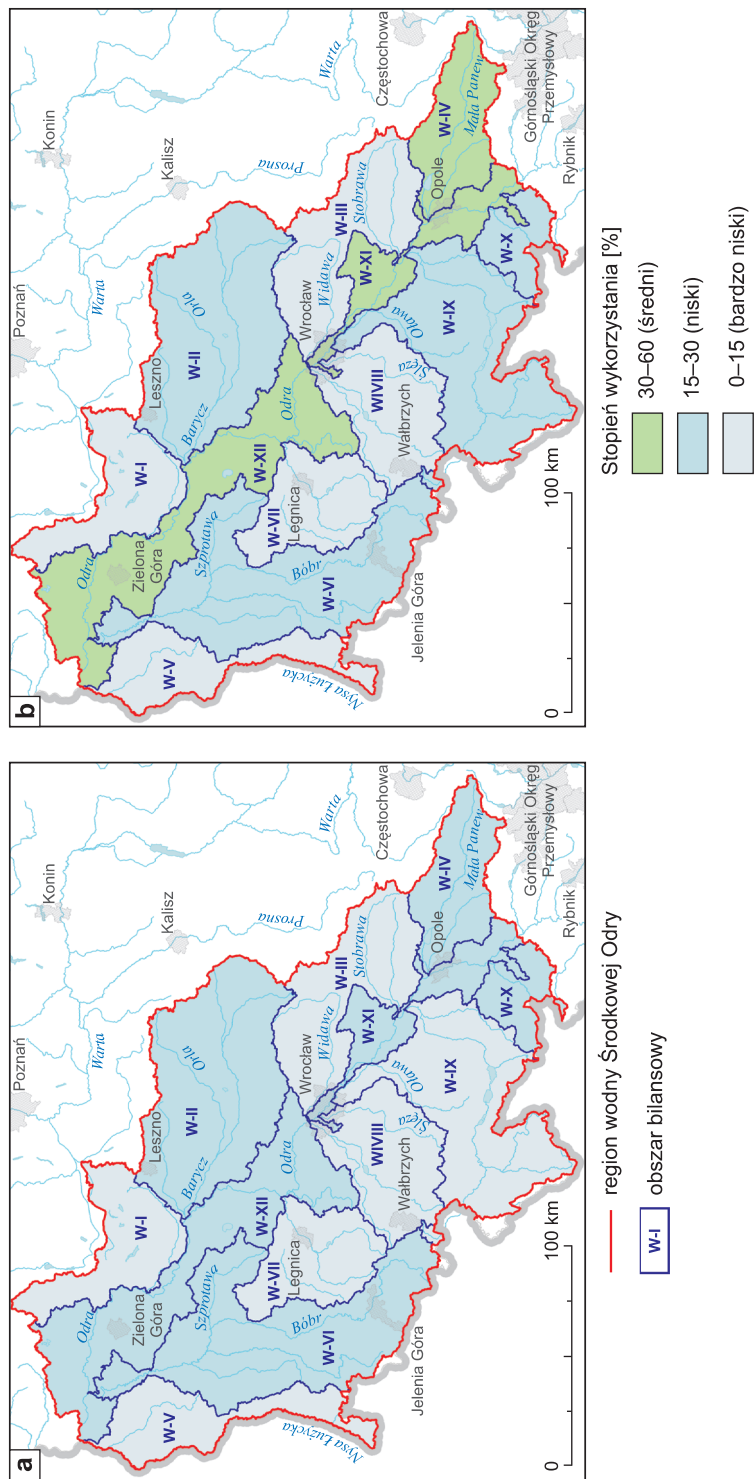


Fig. 17. Stopień wykorzystania zasobów gwarantowanych wód podziemnych w obszarach bilansowych regionu wodnego Środkowej Odry

a – aktualny, b – prognozowany

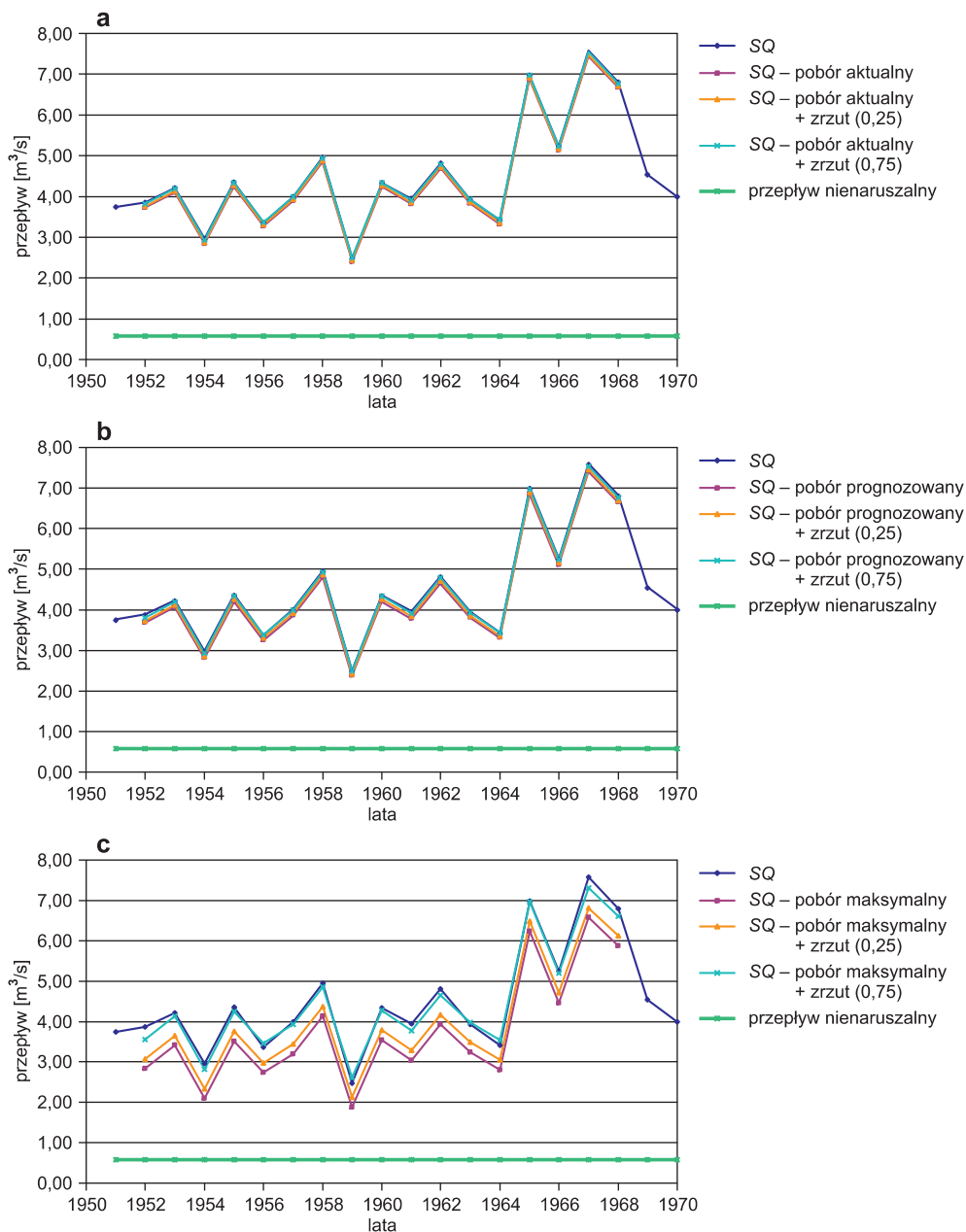


Fig. 18. Wpływ zagospodarowania zasobów wód podziemnych (poboru i zrzutu ścieków) na średni roczny przepływ rzeczny (SQ); rzeka Stobrawa – wodowskaz Wapienniki

a – pobór aktualny, **b** – pobór prognozowany, **c** – pobór maksymalny dopuszczalny

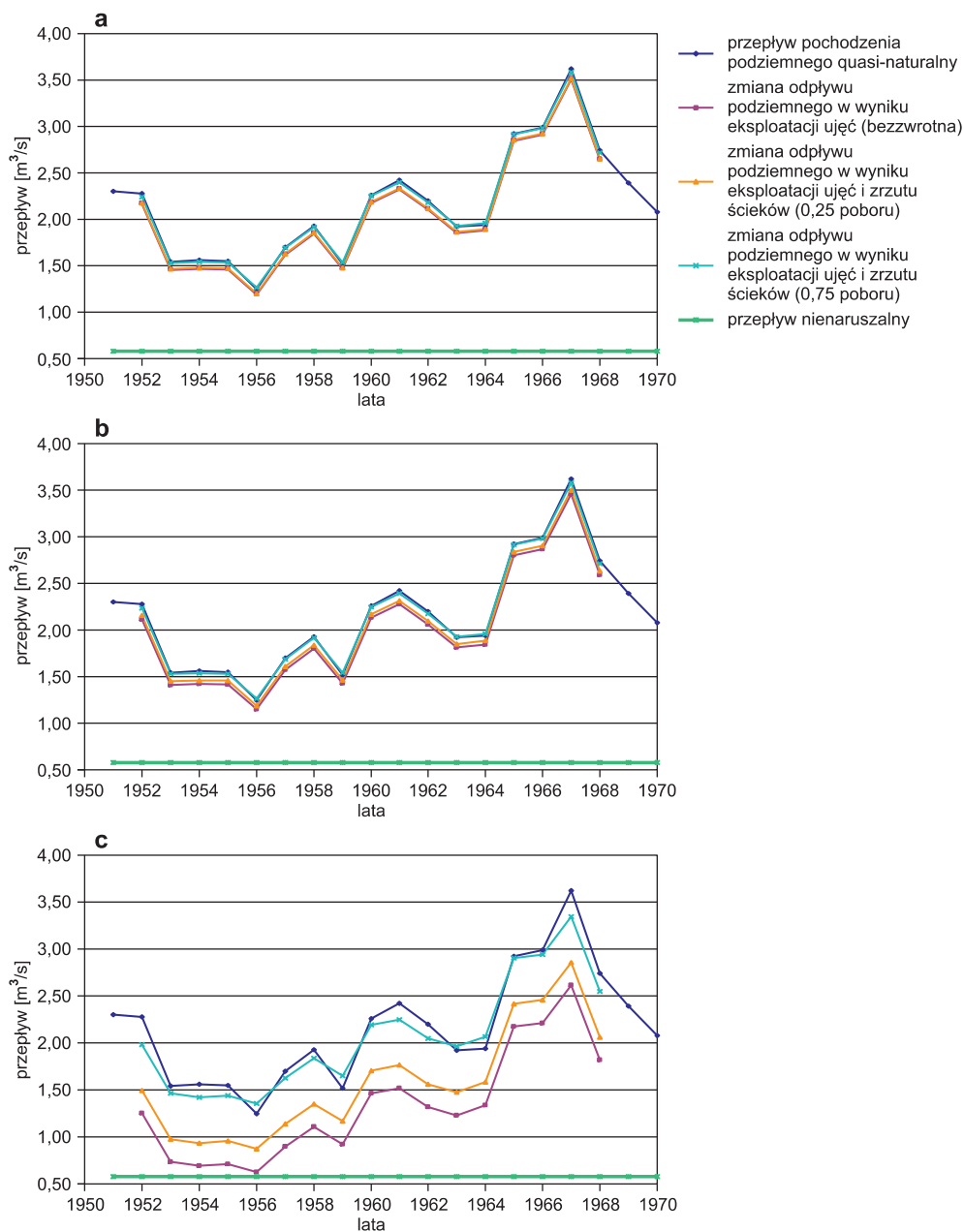


Fig. 19. Wpływ poboru i zrzutu ścieków na przepływ pochodzenia podziemnego (QG); rzeka Stobrawa – wodowskaz Wapienniki

a – pobór aktualny, **b** – pobór prognozowany, **c** – pobór maksymalny dopuszczalny

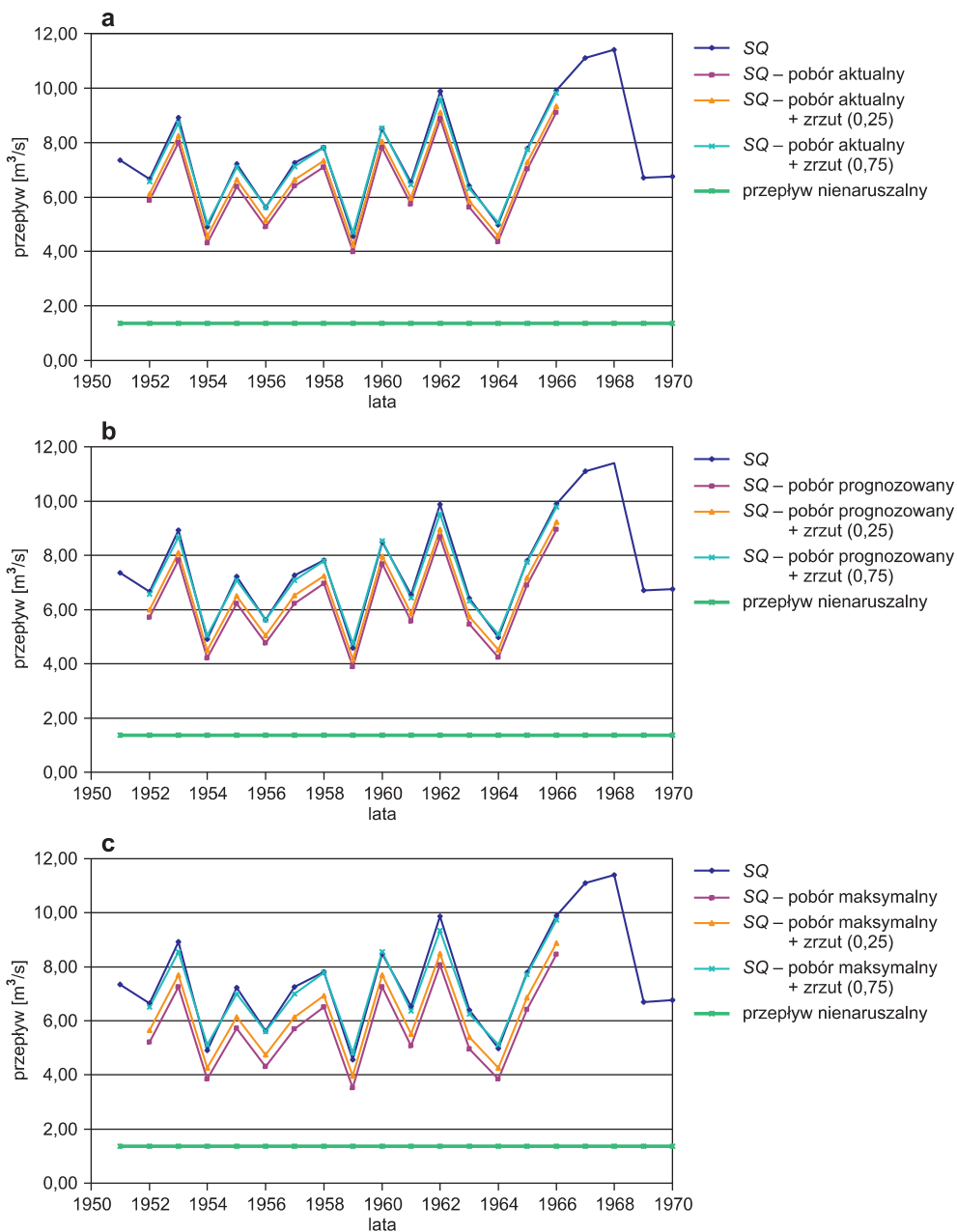


Fig. 20. Wpływ zagospodarowania zasobów wód podziemnych (poboru i zrzutu ścieków) na średni roczny przepływ rzeczny (SQ); rzeka Mała Panew – wodowskaz Staniszcze Wielkie

a – pobór aktualny, **b** – pobór prognozowany, **c** – pobór maksymalny dopuszczalny

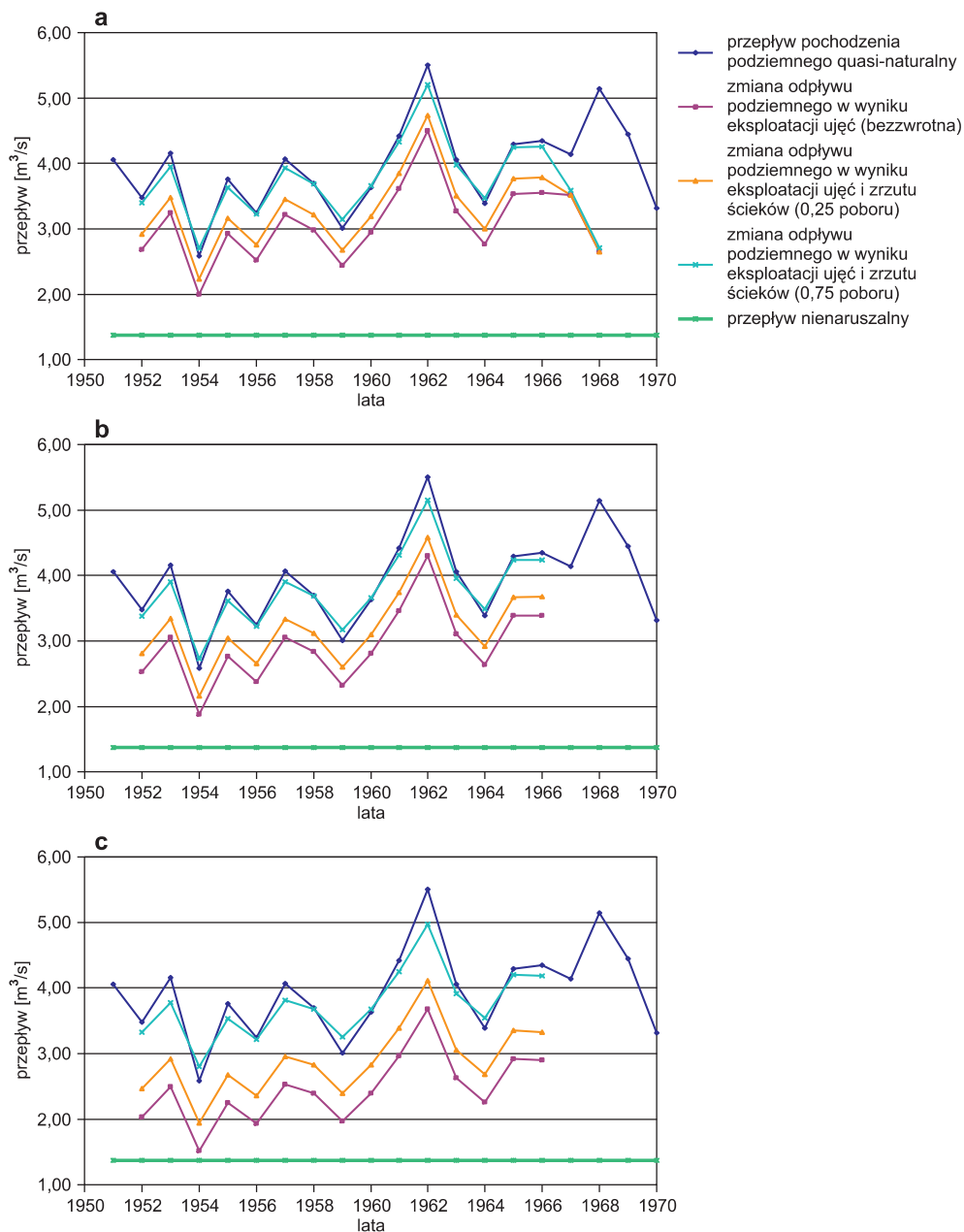


Fig. 21. Wpływ poboru i zrzutu ścieków na przepływ pochodzenia podziemnego (QG); rzeka Mała Panew – wodowskaz Staniszcze Wielkie

a – pobór aktualny, b – pobór prognozowany, c – pobór maksymalny dopuszczalny

5.3. Region wodny Warty

Możliwe do zagospodarowania zasoby wód podziemnych z utworów czwartorzędowych, paleogeńsko-neogeńskich, mezozoicznych i paleozoicznych w regionie wodnym Warty, administrowanym przez RZGW w Poznaniu, wynoszą $6\,992\,929\text{ m}^3/\text{d}$ (wskaźnikowo $156,5\text{ m}^3/\text{d} \cdot \text{km}^2$), tj. $6,5\text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{km}^2$, w tym zasoby dyspozycyjne ustalone w ilości $1\,804\,966\text{ m}^3/\text{d}$ oraz zasoby perspektywiczne na obszarach nie objętych dokumentacjami hydrogeologicznymi – $5\,151\,963\text{ m}^3/\text{d}$.

Zasoby gwarantowane w regionie Warty o powierzchni $54\,479,8\text{ km}^2$ wynoszą $73,16\text{ m}^3/\text{s}$, tj. $263\,376\text{ m}^3/\text{h}$ i $6\,321\text{ tys. m}^3/\text{d}$ (wskaźnikowo $116,0\text{ m}^3/\text{d} \cdot \text{km}^2$), tj. $4,83\text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{km}^2$ i $1,34\text{ l/s} \cdot \text{km}^2$. W skali całego regionu są one niższe od wielkości oszacowanych zasobów perspektywicznych i dyspozycyjnych o około 10%. W znacznej części rejonów wodnogospodarczych oszacowane zasoby gwarantowane znacznie odbiegają od zasobów dyspozycyjnych lub perspektywicznych – zależnie od stopnia rozpoznania zasobów na poszczególnych obszarach bilansowych i w rejonach wodnogospodarczych (fig. 22). Zróżnicowanie to jest konsekwencją istoty tych zasobów oraz przyjętych uproszczeń metodycznych (wynikających m.in. z doboru zlewni analogowych) i niesynchroniczności okresów wieloletnich będących podstawą ustalania zasobów. W zlewniach bilansowych z przewagą głównego użytkowego poziomu wodonośnego o zwierciadle swobodnym zasoby gwarantowane są wyraźnie niższe od zasobów dyspozycyjnych (lub perspektywicznych). Jest to odzwierciedleniem zależności tych zasobów i dynamiki odpływu podziemnego od bezpośredniego zasilania wód podziemnych infiltracją opadów atmosferycznych i od drenażu przez rzeki, uwzględnionego w zastosowanej metodyce obliczeń zasobów gwarantowanych ZDGw. Obliczenia prowadzone dla zlewni wielopoziomowych, z przewagą głównego użytkowego poziomu wodonośnego o zwierciadle naporowym i znacznym stopniu izolacji od powierzchni terenu, dają wyniki zróżnicowane pod względem wzajemnych relacji pomiędzy zasobami gwaran-

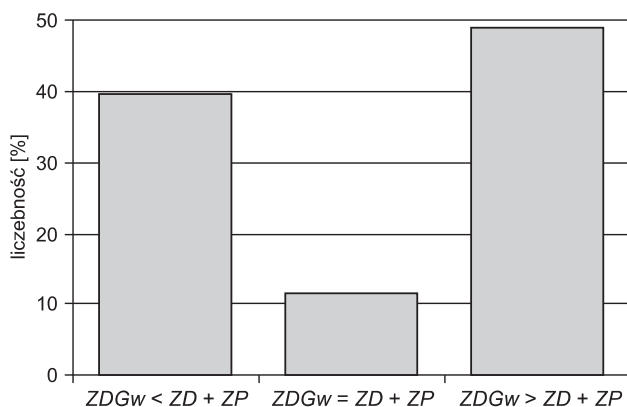


Fig. 22. Rozkład wielkości zasobów gwarantowanych (ZDGw) w stosunku do zasobów dyspozycyjnych i/lub perspektywicznych (ZD + ZP) w rejonach wodnogospodarczych regionu wodnego Warty

townymi i dyspozycyjnymi (lub perspektywicznymi) ze względu na odmienne założenia metodyczne obliczeń zasobów w przypadku części zlewni oraz na zróżnicowaną rolę płytkich i głębokich poziomów wodonośnych w układzie krążenia wód w zlewni. Izolowany i głęboki główny użytkowy poziom wodonośny jest w takich zlewniach eksploatowany ujęciami studziennymi, a płytkie poziomy wodonośne, pozostające w bezpośrednim związku z wodami powierzchniowymi i wrażliwe na zmienność warunków hydrologicznych, decydują o dynamice odpływu podziemnego do rzek i w ten sposób kształtują wielkość zasobów gwarantowanych (Herbich, Przytuła, 2012).

Pobory aktualne wód wynoszą $25,87 \text{ m}^3/\text{s}$, tj. $931\,161,5 \text{ m}^3/\text{h}$ i $2\,235\,877 \text{ m}^3/\text{d}$, co stanowi 35,4 % ustalonych zasobów gwarantowanych, natomiast pobory prognozowane wód wynoszą $29,76 \text{ m}^3/\text{s}$, tj. $107\,135,8 \text{ m}^3/\text{h}$ i $2\,571\,260 \text{ m}^3/\text{d}$, co stanowi 40,7 % ustalonych zasobów gwarantowanych. Wykorzystanie zasobów zarówno dyspozycyjnych i/lub perspektywicznych (fig. 23), jak i gwarantowanych jest zróżnicowane (fig. 24). Największe pobory wód, przekraczające zasoby gwarantowane, występują na obszarach bilansowych P-IV (Widawka) oraz P-VII (Warta od Neru do Prosnicy). Układy krążenia wód podziemnych na tych obszarach, w warunkach naturalnych związanych z siecią rzeczna, zostały silnie zmienione w wyniku głębokich odwodnień kopalń węgla brunatnego w rejonach Bełchatowa, Turka i Konina. W wyniku prowadzonej eksploatacji i odwodnień uległa zmianie również sieć wód powierzchniowych, które w dużej mierze zasilają wody podziemne w rejonie leja depresji (Sawicki, 1977).

Obszarami, dla których stopień wykorzystania zasobów gwarantowanych jest wyższy (ok. 30–60%), są: obszar bilansowy P-VI (Ner), gdzie zaznacza się wpływ oddziaływania dużej eksploatacji ujęć wód podziemnych (głównie z utworów kredowych) w rejonie Łodzi oraz obszar bilansowy P-XIV (Górna Noteć), gdzie system wodny Górnej Noteci jest całkowicie nie-naturalny, a głównymi kanałami zmieniającymi system wodny są Kanał Warta–Gopło, Kanał Bachorze Duże i Małe, Kanał Notecki oraz Kanał Bydgoski (fig. 25).

Obszary bilansowe o najmniejszym wykorzystaniu wód podziemnych to: P-XVII (Drawa) – 3,8% i P-XII (Warta od Obrzycka do Noteci) – 7,0%.

W całym Regionie Warty rezerwy zasobów gwarantowanych wynoszą niemal 65% ustalonych zasobów gwarantowanych (tab. 9).

Wpływ zagospodarowania wód podziemnych na wody powierzchniowe przedstawiono na przykładzie dwóch zlewni (tab. 8): Lutyni (fig. 26) i Wełny (fig. 27). Czas inercji systemu

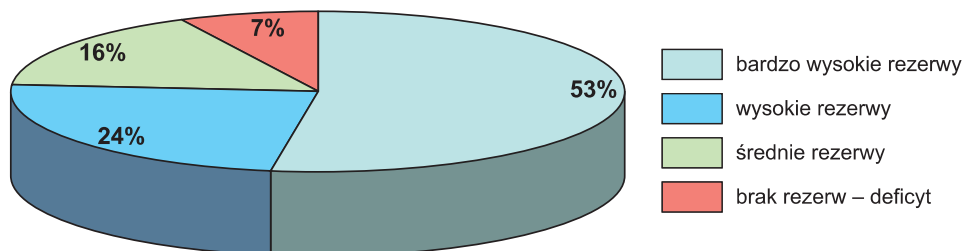


Fig. 23. Struktura aktualnego wykorzystania zasobów dyspozycyjnych i/lub perspektywicznych w rejonach wodnogospodarczych w regionie wodnym Warty

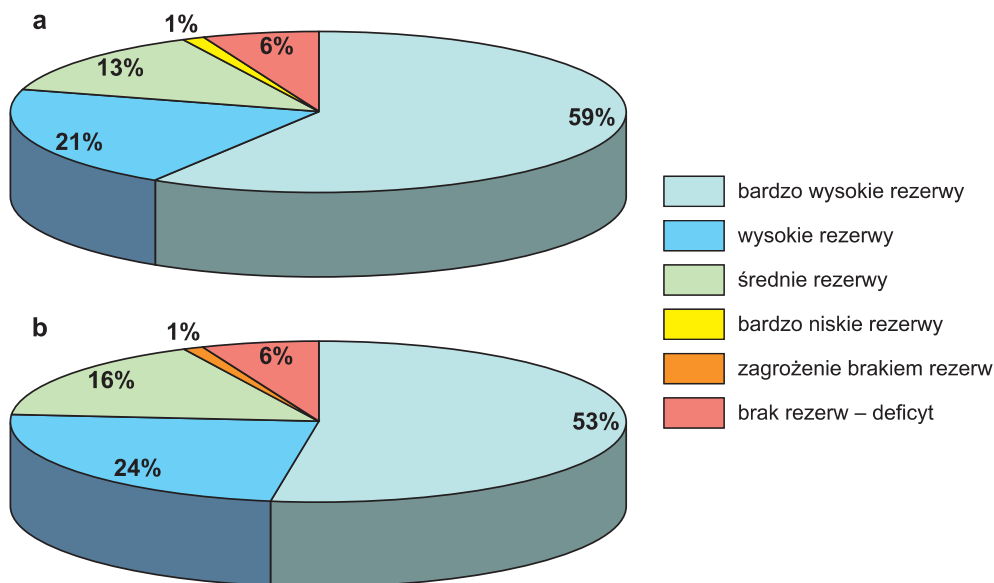


Fig. 24. Struktura aktualnego (a) i prognozowanego (b) wykorzystania zasobów gwarantowanych w rejonach wodnogospodarczych w regionie wodnym Warty

wodonośnego kształtującego odpływ wód podziemnych do Lutyni po wodowskaz Raszewy określono na 5 lat, a do Wełny po wodowskaz Pruśce – na 2 lata.

Aktualny i prognozowany pobór wód podziemnych w niewielkim stopniu wpływają na całkowity średni roczny przepływ rzeczny analizowanych rzek (SQ) (fig. 26a, b, 27a, b). Pobór maksymalny dopuszczalny z ujęć wód podziemnych nie powoduje spadku całkowitego średniego rocznego przepływu rzeczego poniżej wartości przepływu nienaruszalnego (fig. 26c, 27c). Wielkość średniego rocznego przepływu SQ w rzekach w tych przekrojach zarówno w wariancie bezzwrotnym, tj. nieuwzględniającym zrzutu ścieków, jak i z uwzględnieniem zrzutu ścieków, zmienia się w niewielkim stopniu. Zmiany przepływów tych rzek w warunkach poboru bezzwrotnego w wielkości zasobów gwarantowanych ZDG_w są poniżej 50% ich przepływów średnich, a w przypadku Lutyni i Wełny – nawet poniżej 10% ich przepływów średnich. W warunkach zrzutu ścieków w wielkości 75% poborów zmiany przepływów średnich rzek są poniżej 10%, a w niektórych latach – nawet poniżej 5% ich przepływów. Zakres zmian w przepływach rzek wynikający z poborów wód podziemnych jest z reguły mniejszy od wielkości zmian przepływów w ciągu roku.

We wszystkich analizowanych przypadkach pobór wód podziemnych w wysokości zasobów gwarantowanych ZDG_w nie będzie zagrażał obniżeniem przepływu w rzekach do poziomu wartości przepływu nienaruszalnego.

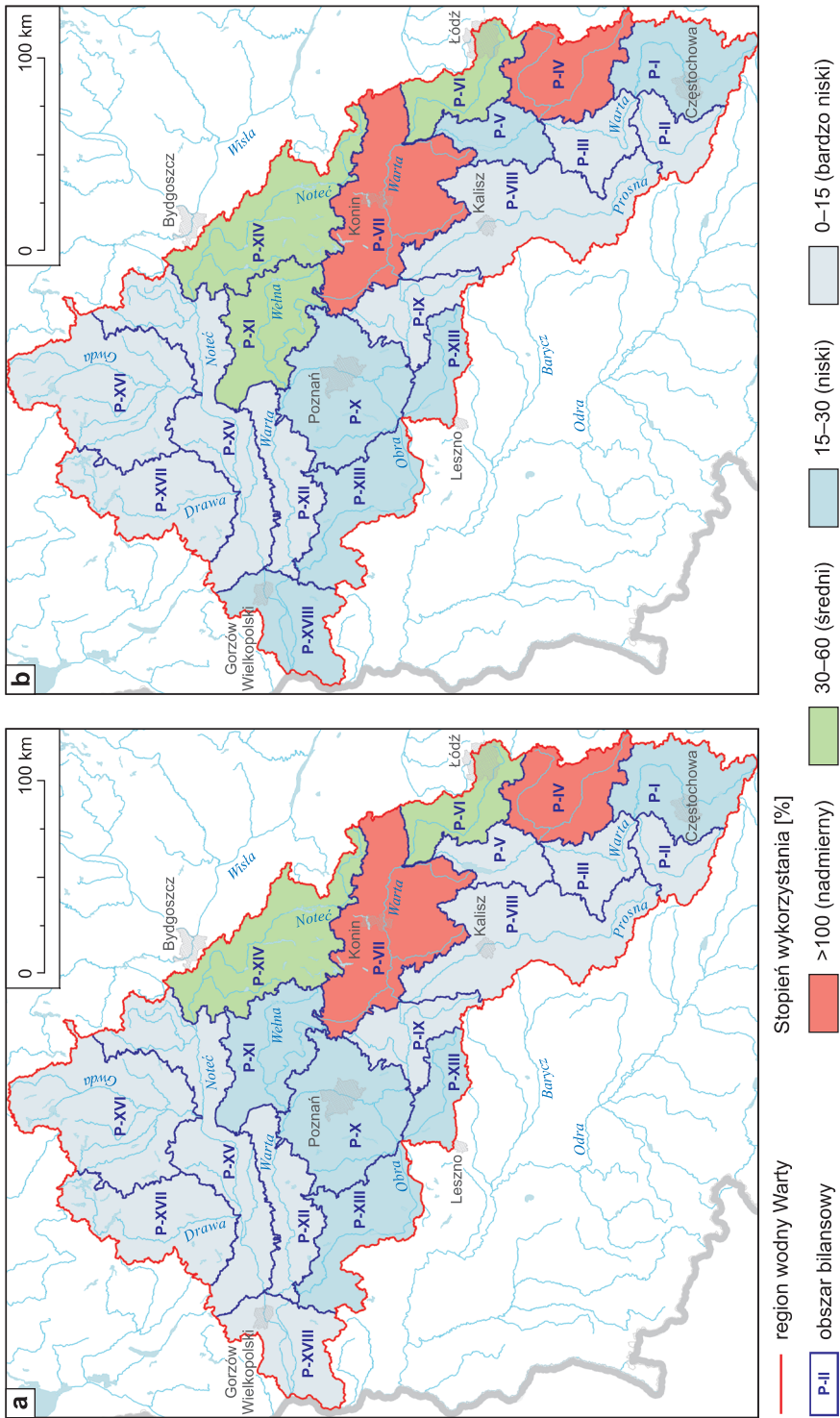


Fig. 25. Stopień wykorzystania zasobów gwarantowanych wód podziemnych w obszarach bilansowych regionu wodnego Warty
a – aktualny, b – prognozowany

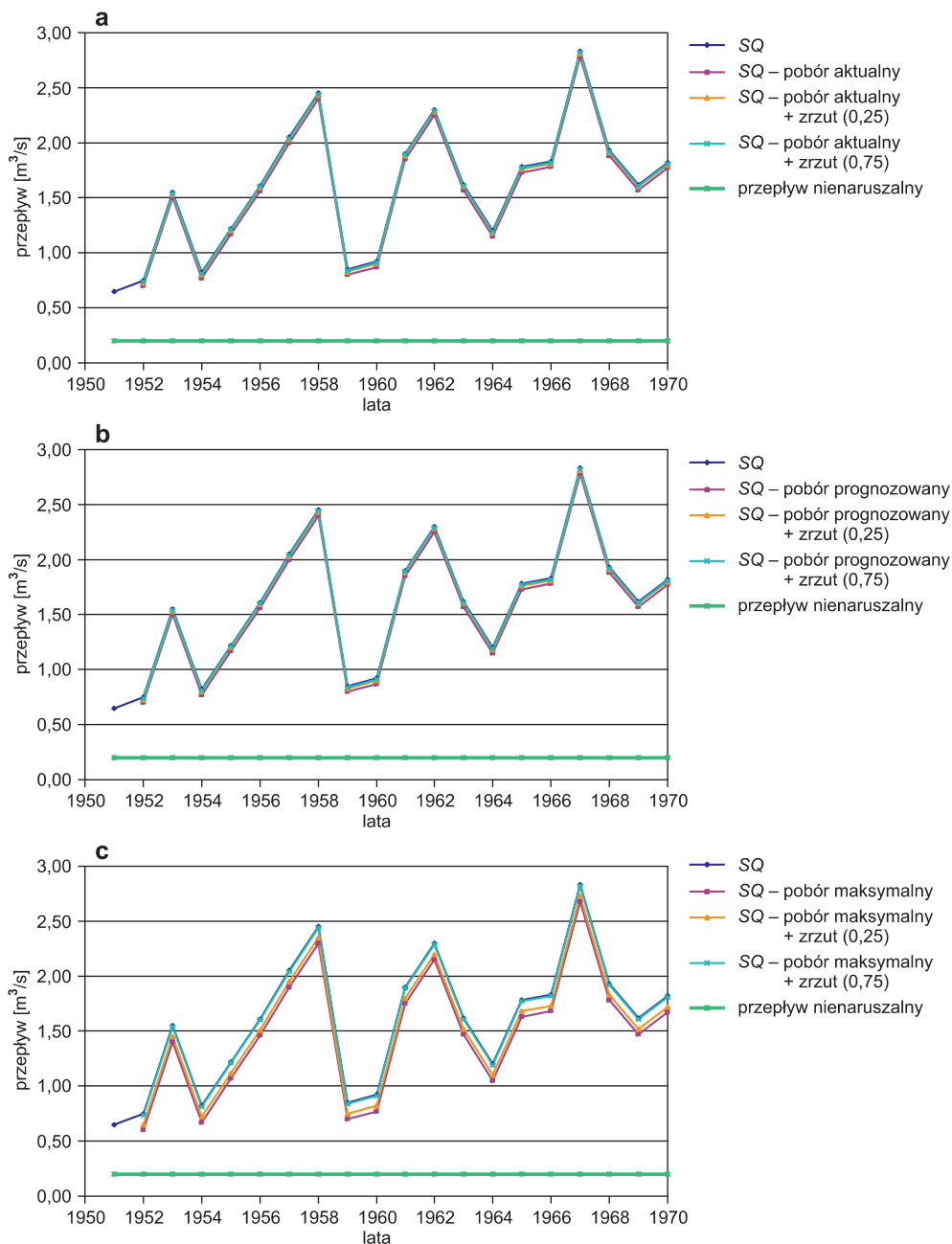


Fig. 26. Wpływ zagospodarowania zasobów wód podziemnych (poboru i zrzutu ścieków) na średni roczny przepływ rzeczny (SQ); rzeka Lutynia – wodowskaz Raszewy

a – pobór aktualny, b – pobór prognozowany, c – pobór maksymalny dopuszczalny

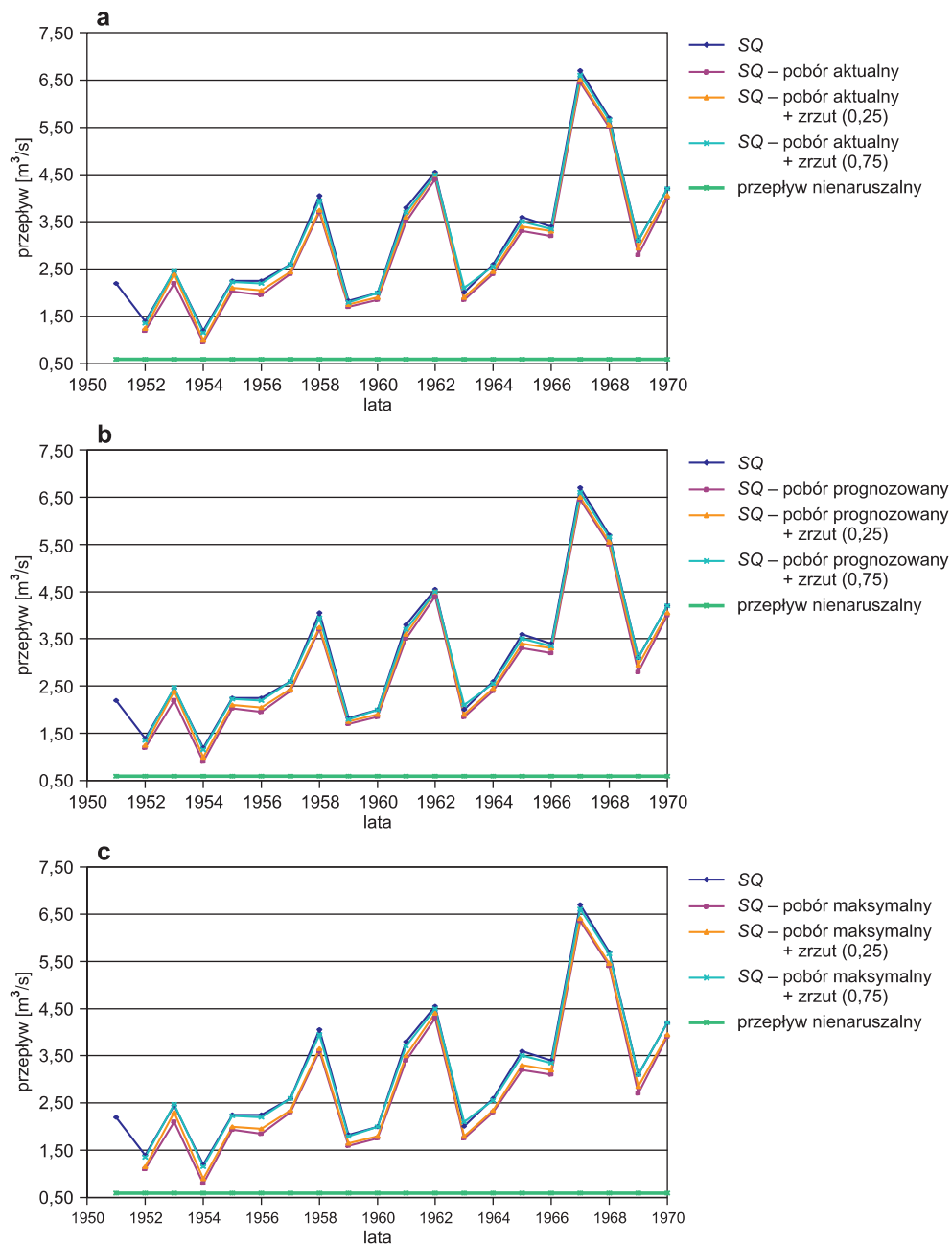


Fig. 27. Wpływ zagospodarowania zasobów wód podziemnych (poboru i zrzutu ścieków) na średni roczny przepływ rzeczny (SQ); rzeka Wełna – wodowskaz Pruśce

a – pobór aktualny, **b** – pobór prognozowany, **c** – pobór maksymalny dopuszczalny

5.4. Region Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego

Dla regionu wodnego Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego zasoby dyspozycyjne wód podziemnych wynoszą 2674,9 tys. m³/d, a zasoby perspektywiczne – 25,27 tys. m³/d. Niemal cała powierzchnia regionu posiada udokumentowanie zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych. Zasoby wód podziemnych możliwe do zagospodarowania w regionie, określone jako łączne zasoby perspektywiczne i dyspozycyjne, wynoszą 2703,1 tys. m³/d (wskaźnikowo ok. 132 m³/d·km²).

Zasoby gwarantowane w regionie wodnym Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego, o powierzchni 20 405,73 km², wynoszą 30,06 m³/s, tj. 2596,5 tys. m³/d (wskaźnikowo ok. 127 m³/d·km²). Porównanie wielkości zasobów gwarantowanych z sumą zasobów dyspozycyjnych i perspektywicznych pokazuje, że zasoby gwarantowane wód podziemnych, obliczone zgodnie z przyjętą metodyką, są nieco niższe od zasobów dyspozycyjnych i perspektywicznych – w skali całego regionu o około 4%. Zasoby gwarantowane wód podziemnych są z definicji niższe od zasobów dyspozycyjnych, ustalanych dla średnich wieloletnich warunków hydrologicznych z wyższą odnawialnością wód podziemnych niż w okresach lat posusznych oraz niższym udziałem wód podziemnych w zaspokojeniu potrzeb wodnych roślinności ekosystemów dolinnych. W niemal 75% rejonów wodnogospodarczych zasoby gwarantowane są niższe o około 20–25% od zasobów dyspozycyjnych (perspektywicznych) (fig. 28).

W części rejonów wodnogospodarczych oszacowane zasoby gwarantowane znacznie odbiegają od zasobów dyspozycyjnych, co jest konsekwencją przyjętych uproszczeń metodycznych, algorytmów obliczeniowych i niesynchronizacji okresów wieloletnich przyjętych za podstawę ustaleń zasobowych. Obliczenia prowadzone dla zlewni z przewagą głównego użytkowego poziomu wodonośnego o zwierciadle swobodnym dają wartości zasobów gwarantowanych wyraźnie niższe od zasobów dyspozycyjnych. Jest to odzwierciedlenie zależności dynamiki odpływu podziemnego od bezpośredniego zasilania wód podziemnych infiltracją opadów atmosferycznych i od drenażu przez rzeki, uwzględnionego w zastosowanej metodyce obliczeń zasobów gwarantowanych. W zlewniach bilansowych z przewagą głównego użytko-

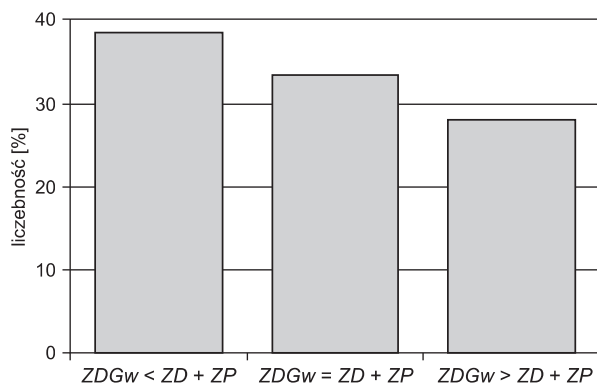


Fig. 28. Rozkład wielkości zasobów gwarantowanych (ZDGw) w stosunku do zasobów dyspozycyjnych i/lub perspektywicznych (ZD + ZP) w rejonach wodnogospodarczych regionu wodnego Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego

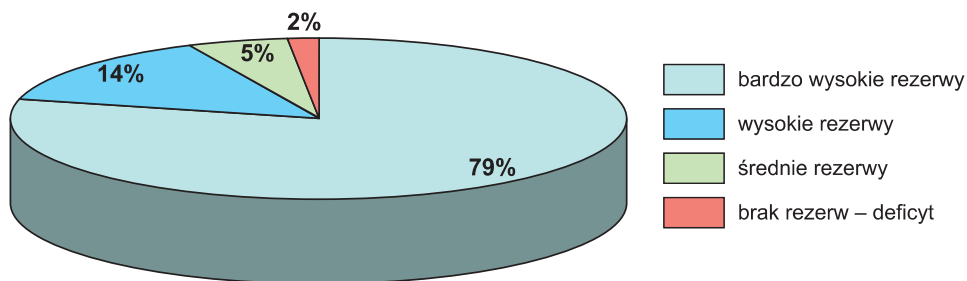


Fig. 29. Struktura aktualnego wykorzystania zasobów dyspozycyjnych i/lub perspektywicznych w rejonach wodnogospodarczych w regionie wodnym Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego

wego poziomu wodonośnego o zwierciadle naporowym i izolacji od powierzchni terenu, otrzymane wyniki są natomiast bardziej zróżnicowane pod względem wzajemnych relacji pomiędzy zasobami gwarantowanymi i dyspozycyjnymi ze względu na odmienne założenia metodyczne obliczeń zasobów dyspozycyjnych w przypadku części zlewni bilansowych oraz zróżnicowaną rolę płytkich i głębokich poziomów wodonośnych w układzie krążenia wód w zlewni. Izolowany i głęboki główny użytkowy poziom wodonośny jest w takich zlewniach eksploatowany ujęciami studziennymi, a płytkie poziomy wodonośne, pozostające w bezpośrednim związku z wodami powierzchniowymi i wrażliwe na zmienność warunków hydrologicznych, decydują o dynamice odpływu podziemnego do rzek i w ten sposób kształtują wielkość zasobów gwarantowanych. W modelowaniu matematycznym, będącym podstawą ustalania zasobów dyspozycyjnych, poziomy płytkie – niemające znaczenia użytkowego – często nie były uwzględniane jako oddzielne warstwy modelowe, co w konsekwencji wpływało na zmniejszenie modelowanych zasobów odnawialnych i dyspozycyjnych.

Aktualne pobory wód podziemnych w skali regionu wynoszą $2,71 \text{ m}^3/\text{s}$, tj. $234\,363 \text{ m}^3/\text{d}$, co stanowi średnio 9% ustalonych zasobów gwarantowanych. Najwyższe pobory wód stwierdzono w rejonach, w których znajdują się ujęcia komunalne Szczecina, Koszalina i Kołobrzegu. Ocena bilansu wód podziemnych na obszarach bilansowych wykazała, że stopień wykorzystania zasobów gwarantowanych jest bardzo zróżnicowany i mieści się w granicach od około 3% do około 45% aktualnego wykorzystania zasobów (tab. 9). Najwyższy stopień wykorzystania zasobów (45,5%) stwierdzono w pasie nadmorskim (obszar obejmujący wyspę Uznam). W pozostałej części regionu stopień wykorzystania zasobów gwarantowanych jest bardzo niski i niski (do 25%), co oznacza, że względny stan rezerw w tych rejonach jest wysoki i bardzo wysoki. Przeprowadzony dla rejonów bilans wykazał deficyt zasobów dyspozycyjnych (fig. 29) i gwarantowanych (fig. 30, 31) w rejonie wodnogospodarczym S-I/A (wyspa Uznam).

Prognozowane pobory wód podziemnych w skali regionu wynoszą $3,12 \text{ m}^3/\text{s}$, tj. $269\,518 \text{ m}^3/\text{d}$, co stanowi średnio około 10% ustalonych zasobów gwarantowanych.

Bilans wodnogospodarczy wód podziemnych, z ustaleniem wpływu zagospodarowania wód podziemnych na zasoby wód powierzchniowych, przedstawiono na przykładzie trzech zlewni bilansowych, znacznie różniących się inercją hydrodynamiczną: zlewni Krapiel, dla której CI oszacowano na 2 lata, zlewni Płoni – CI oszacowano na 3 lata oraz zlewni Regi, o długim czasie inercji CI , oszacowanym na 7 lat (tab. 8).

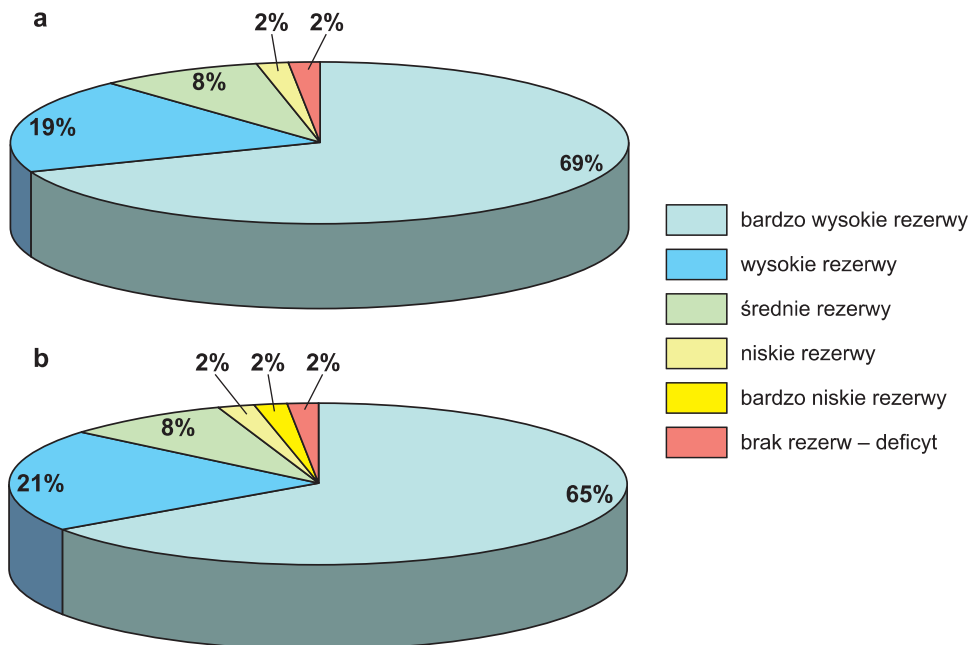


Fig. 30. Struktura aktualnego (a) i prognozowanego (b) wykorzystania zasobów gwarantowanych w rejonach wodnogospodarczych w regionie wodnym Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego

Zlewnię rzeki Krapiel po wodowskaz w Gągolewie uznano jako reprezentatywną dla rejonu wodnogospodarczego S-VI/A2 o niskiej inercji hydrodynamicznej systemu wodonośnego (fig. 33). Gwarantowane zasoby wód podziemnych dostępne dla zagospodarowania ZDGw w rejonie wodnogospodarczym określono na około 50 tys. m³/d (0,58 m³/s). Bilans wodnogospodarczy, przeprowadzony dla aktualnego (2011 r.) oraz prognozowanego (2030 r.) stanu zagospodarowania wód podziemnych, wykazuje rezerwy przekraczające 45 tys. m³/d. Aktualny i prognozowany wpływ poboru wód podziemnych nieznacznie wpływają na średni roczny całkowity przepływ rzeczny *SQ* (fig. 32a, b). Pobór maksymalny dopuszczalny z ujęć wód podziemnych, równy zasobom gwarantowanym, nie zagrazi utrzymaniu przepływu nienaruszalnego w rzekach zlewni w warunkach odpowiadających średniorocznemu przepływowi całkowitemu (fig. 32c).

Zlewnię rzeki Płonia po wodowskaz w Żelewie, z inercją hydrodynamiczną systemu wodonośnego wynoszącą 3 lata, uznano za reprezentatywną dla rejonów wodnogospodarczych S-VIII/B1 i S-VIII/B2 (fig. 33). Bilans wodnogospodarczy, przeprowadzony dla aktualnego i prognozowanego stanu zagospodarowania wód podziemnych, wykazuje bardzo niski (około 10%) stopień wykorzystania wód podziemnych. Aktualny i prognozowany pobór wód podziemnych nieznacznie wpływa na średni roczny całkowity przepływ rzeczny *SQ* (fig. 33a, b). W warunkach poboru maksymalnego dopuszczalnego z ujęć wód podziemnych przepływ nienaruszalny zostaje zachowany (fig. 33c). Zagrożenie nieosiągnięciem przepływu nienaruszalnego może wystąpić w okresie lat posusznych w warunkach zasilania rzeki wyłącznie przez wody podziemne i maksymalnego dopuszczalnego poboru bezzwrotnego.

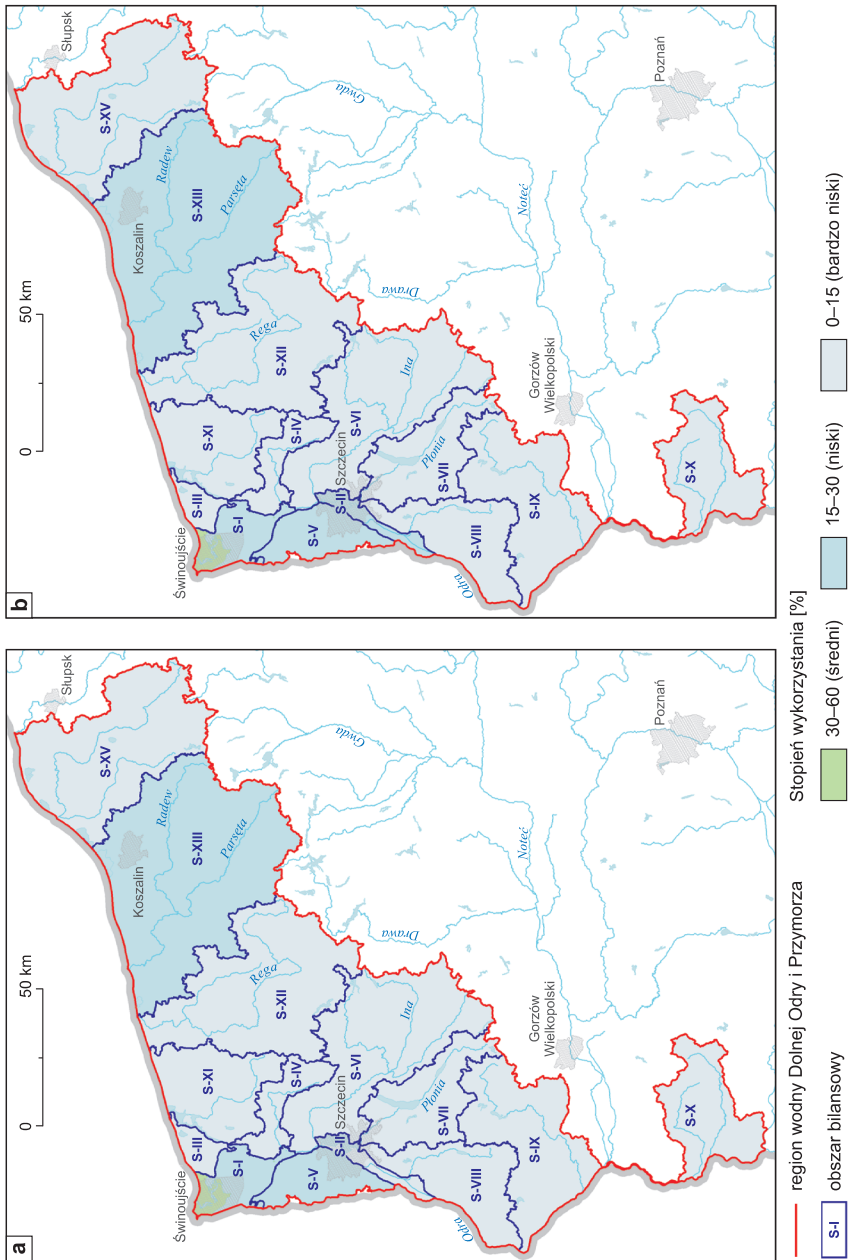


Fig. 31. Stopień wykorzystania zasobów gwarantowanych wód podziemnych w obszarach bilansowych regionu wodnego Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego
a – aktualny, b – prognozowany

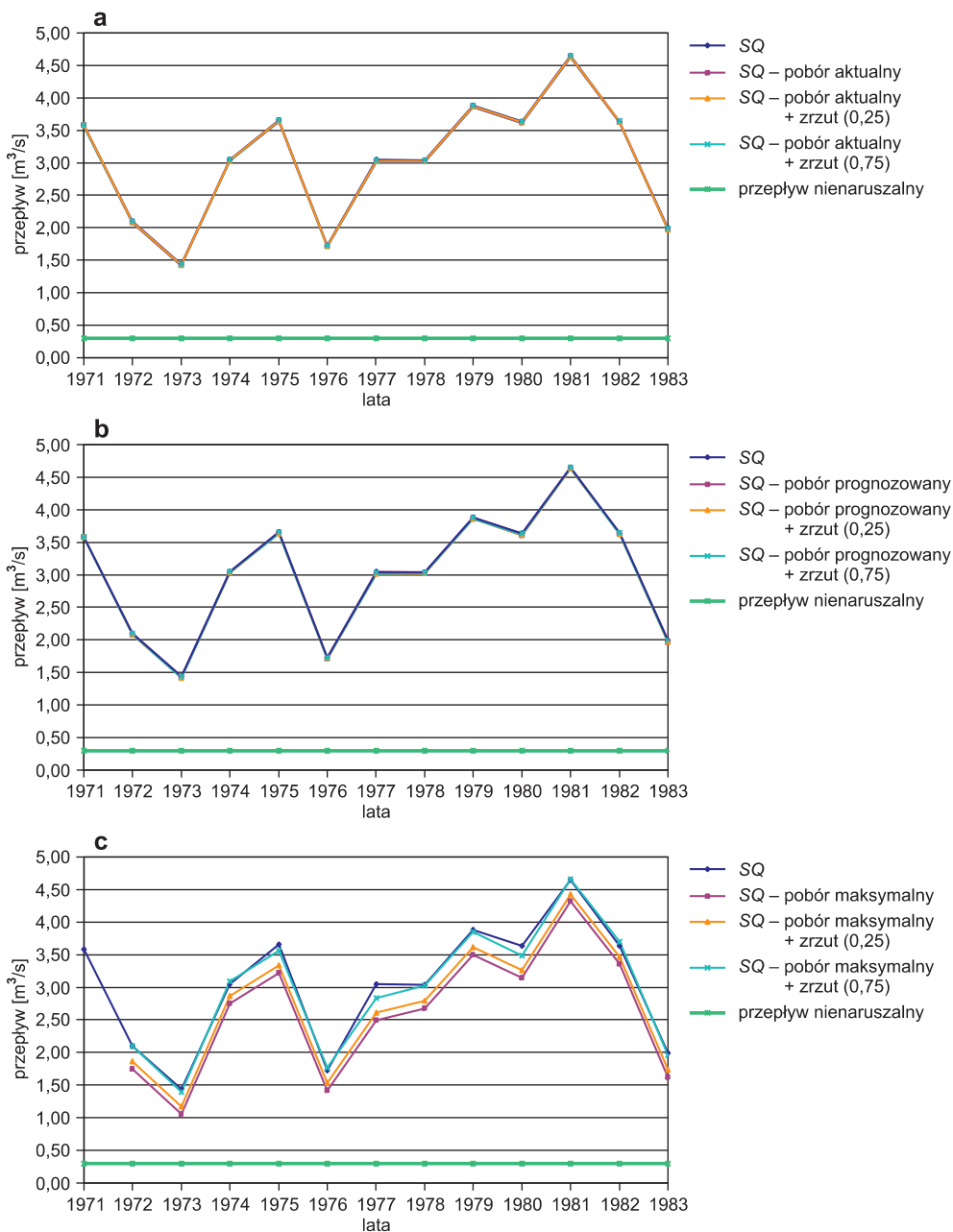


Fig. 32. Wpływ zagospodarowania zasobów wód podziemnych (poboru i zrzutu ścieków) na średni roczny przepływ rzeczny (SQ); rzeka Krapiel – wodowskaz Gągolewo

a – pobór aktualny, **b** – pobór prognozowany, **c** – pobór maksymalny dopuszczalny

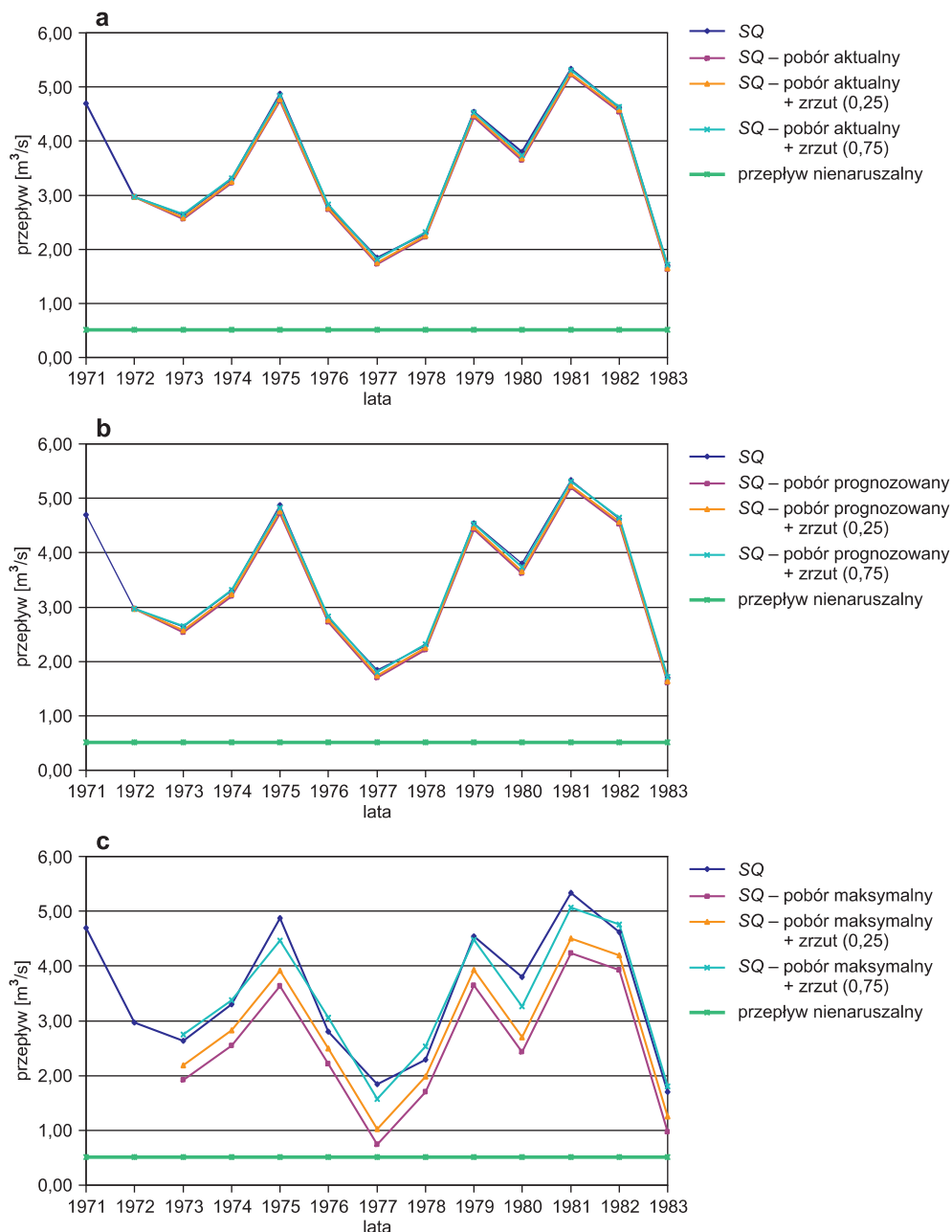


Fig. 33. Wpływ zagospodarowania zasobów wód podziemnych (poboru i zrzutu ścieków) na średni roczny przepływ rzeczny (SQ); rzeka Płonia – wodowskaz Żelewo

a – pobór aktualny, **b** – pobór prognozowany, **c** – pobór maksymalny dopuszczalny

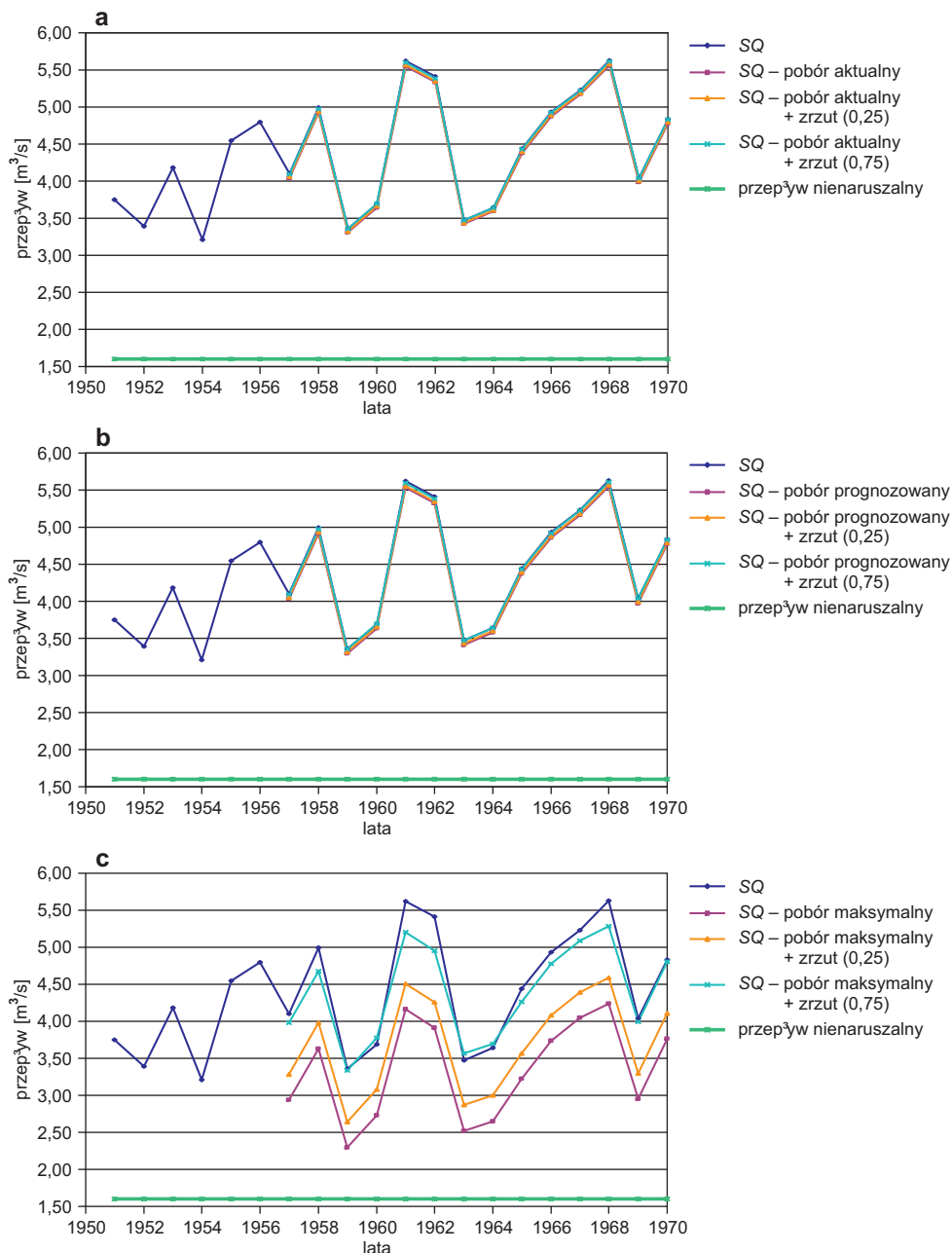


Fig. 34. Wpływ zagospodarowania zasobów wód podziemnych (poboru i zrzutu ścieków) na średni roczny przepływ rzeczny (SQ); rzeka Rega – wodowskaz Łobez

a – pobór aktualny, **b** – pobór prognozowany, **c** – pobór maksymalny dopuszczalny

Tabela 9

Zestawienie wyników bilansu wodnospodarczego wód podziemnych z uwzględnieniem oddziaływań z wodami powierzchniowymi na obszarach bilansowych

Nr obszaru bilansowego	Powierzchnia obszaru bilansowego km ²	ZD			ZP			ZDG (ZD + ZP)			ZDGw			Aktualny stopień wykorzystania ZDGw	U _{pr}	Prognozowany stopień wykorzystania ZDGw	ΔZDGw _{U_{pr}}	
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14					
1	2																	
GL-IV	2 707,11	392 062	0	392 062	4,54	4,24	366 330	157 651	43,0	181 321	49,5	208 679	185 009					
GL-V	1 122,69	126 900	0	126 900	1,47	1,28	110 600	218 712	197,8	251 519	227,4	-108 112	-140 919					
Łącznie region wodny Górnej Odry	3 829,80	518 962	0	518 962	6,01	5,52	476 930	376 363	78,9	432 840	90,8	100 567	44 090					
W-I	2 366,20	247 680	39 365	287 045	3,32	3,32	286 628	31 862	11,1	36 642	12,8	254 766	249 986					
W-II	5 543,40	126 912	264 000	390 912	4,52	4,54	392 711	79 057	20,1	90 916	23,2	313 654	301 795					
W-III	3 329,50	305 061	85 000	390 061	4,51	4,58	366 216	43 991	12,0	50 590	13,8	322 225	315 626					
W-IV	2 113,20	193 000	111 000	304 000	3,52	3,29	284 343	82 538	29,0	94 919	33,4	201 805	189 424					
W-V	2 200,00	182 866	266	183 132	2,12	3,81	329 507	23 382	7,1	26 889	8,2	306 125	302 618					
W-VI	5 826,00	136 174	916 500	1 052 674	12,18	7,74	668 643	147 760	22,1	169 924	25,4	520 883	498 719					
W-VII	2 261,40	63 094	187 000	250 094	2,89	4,09	354 263	30 608	8,6	21 100	6,0	323 655	333 163					
W-VIII	2 753,80	291 671	96 500	388 171	4,49	4,32	373 380	35 235	9,4	54 620	14,6	338 145	318 760					
W-IX	4 874,10	167 757	276 000	443 757	5,14	4,79	414 274	55 896	13,5	64 282	15,5	358 378	349 992					
W-X	1 017,20	0	91 500	91 500	1,06	1,06	91 384	14 407	15,8	16 568	18,1	76 977	74 816					
W-XI	7 014,80	474 336	428 500	902 836	10,45	10,00	866 146	235 972	27,2	271 368	31,3	630 174	594 778					

Tabela 9 cd.

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Łącznie region wodny Środkowej Odry	39 299,60	2 188 551	2 495 631	4 684 182	54,22	51,54	4 427 493	780 708	17,6	897 818	20,3	3 646 785	3 529 675
S-I	516,80	3 860	6 518	10 378	0,12	0,22	19 150	8 718	45,5	10 026	52,4	10 432	9 124
S-II	226,24	0	18 755	18 755	0,22	0,36	30 672	4 587	15,0	5 276	17,2	26 085	25 396
S-III	214,00	31 140	0	31 140	0,36	0,41	34 992	4 510	12,9	5 187	14,8	30 482	29 805
S-IV	488,31	34 000	0	34 000	0,39	0,42	36 460	1 896	5,2	2 180	6,0	34 564	34 280
S-V	615,23	138 503	0	126 169	1,46	1,43	123 810	29 489	23,8	33 912	27,4	94 321	89 898
S-VI	2 506,42	123 224	0	280 200	3,24	2,92	251 995	33 188	13,2	38 166	15,1	218 807	213 829
S-VII	1 128,61	280 200	0	105 400	1,22	1,25	108 346	11 434	10,6	13 149	12,1	96 912	95 197
S-VIII	1 101,72	105 400	0	140 999	1,63	1,01	87 186	8 930	10,2	10 270	11,8	78 256	76 916
S-IX	1 815,67	140 999	0	138 503	1,60	1,44	124 743	13 030	10,4	14 984	12,0	111 713	109 759
S-X	1 131,25	269 280	0	269 280	3,12	3,27	282 327	7 608	2,7	8 750	3,1	274 719	273 577
S-XI	1 190,66	136 902	0	136 902	1,58	1,45	125 474	13 870	11,1	15 950	12,7	111 604	109 524
S-XII	2 812,70	499 921	0	499 921	5,79	5,75	496 389	17 207	3,5	19 788	4,0	479 182	476 601
S-XIII	4 098,76	368 510	0	368 510	4,27	3,99	344 719	62 852	18,2	72 279	21,0	281 867	272 440
S-XV	2 559,36	542 975	0	542 975	6,28	6,14	530 278	17 044	3,2	19 601	3,7	513 234	510 677
Łącznie region wodny Dolnej Odry i Przemyśla	20 405,73	2 674 914	25 273	2 703 132	31,29	30,06	2 596 539	234 363	9,0	269 518	10,4	2 362 176	2 327 021
P-I	2 664,60	337 980	0	337 980	3,91	3,91	338 083	84 336	24,9	96 985	28,7	253 747	241 098
P-II	1 297,40	0	200 000	200 000	2,31	2,45	211 939	18 276	8,6	21 018	9,9	193 663	190 921

Tabela 9 cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
P-III	1 485,20	0	575 001	575 001	6,66	2,31	199 843	26 624	13,3	30 617	15,3	173 219	169 226
P-IV	2 415,80	0	351 000	351 000	4,06	4,43	382 493	766 620	200,4	881 613	230,5	-384 127	-499 120
P-V	1 331,60	2 0880	97 000	117 880	1,36	1,94	167 962	24 762	14,7	28 476	17,0	143 200	139 486
P-VI	1 834,30	25 0550	0	250 550	2,90	2,84	245 376	90 924	37,1	104 563	42,6	154 452	140 813
P-VII	4 781,40	42 9215	93 147	522 362	6,05	6,57	567 994	613 213	108,0	705 195	124,2	-45 219	-137 201
P-VIII	4 912,60	0	651 599	651 599	7,54	7,54	651 542	80 750	12,4	92 862	14,3	570 792	558 680
P-IX	1 668,90	38 640	83 689	122 329	1,42	2,53	218 419	22 932	10,5	26 372	12,1	195 487	192 047
P-X	3 817,50	493 728	38 000	531 728	6,15	6,86	592 963	141 827	23,9	163 102	27,5	451 136	429 861
P-XI	2 633,30	132 528	0	132 528	1,53	1,53	132 451	39 156	29,6	45 030	34,0	93 295	87 421
P-XII	2 107,10	13 608	133 369	146 977	1,70	2,87	247 709	17 322	7,0	19 920	8,0	230 387	227 789
P-XIII	4 042,80	73 245	363 000	436 245	5,05	3,88	335 146	56 043	16,7	64 450	19,2	279 103	270 696
P-XIV	4 084,60	0	217 999	217 999	2,52	3,09	267 235	117 421	43,9	137 194	51,3	149 814	130 041
P-XV	4 971,20	50 592	289 158	339 750	3,93	5,62	485 568	35 125	7,2	38 234	7,9	450 443	447 334
P-XVI	4 943,70	0	787 001	787 001	9,11	8,41	726 451	56 617	7,8	65 110	9,0	669 834	661 341
P-XVII	3 288,50	0	864 000	864 000	10,00	3,80	327 888	12 433	3,8	14 298	4,4	315 455	313 590
P-XVIII	2 199,40	0	408 000	408 000	4,72	2,57	221 962	31 496	14,2	36 221	16,3	190 466	185 741
Łącznie region wodny Warty	54 479,90	1 840 966	5 151 963	6 992 929	80,94	73,16	6 321 024	2 235 877	35,4	2 571 260	40,7	4 085 147	3 749 764
Łącznie Dorzecze Odry	118 029,27	7 226 338	7 672 867	14 899 205	172,44	160,28	1 382 1985	2 047 029	14,8	2 462 607	17,8	11 774 956	11 359 378

Przykładem zlewni o wysokiej inercji hydrodynamicznej systemu wodonośnego wynoszącej 7 lat jest **zlewnia Regi** po wodowskaz Łobez, reprezentatywna dla rejonu wodnogospodarczego S-XII/G, w obszarze bilansowym S-XII (Rega i Przymorze) (fig. 34). Bilans wodnogospodarczy zlewni, przeprowadzony dla aktualnego i prognozowanego stanu zagospodarowania, wykazuje znaczne rezerwy zasobów dyspozycyjnych i gwarantowanych (fig. 35, 36). Aktualny i prognozowany pobór wód podziemnych w nieznacznym stopniu wpływają na średni roczny przepływ rzeczny SQ . Pobór maksymalny dopuszczalny z ujęć wód podziemnych, bez zwrotu wód do systemu, wpływając na zmniejszenie przepływu średniego rocznego SQ o około $1 \text{ m}^3/\text{s}$, nie spowoduje spadku poniżej wartości przepływu nienaruszalnego (fig. 34c). Zagrożenie nieosiągnięciem przepływu nienaruszalnego może wystąpić w okresie lat posusznych, w warunkach zasilania rzeki wyłącznie przez wody podziemne i maksymalnego dopuszczalnego poboru bezzwrotnego przy zrzucie wykorzystanych wód do systemu w wysokości poniżej 25%.

Analiza wpływu zagospodarowania zasobów wód podziemnych na przepływ rzeczny wykazała jego znacząco zależność od stopnia zwrotu zużytych wód do systemu hydrograficznego zlewni. Oznacza to, że ocena stanu ilościowego wód podziemnych zależy w znacznym stopniu od wyniku obliczeń wpływu zagospodarowania wód podziemnych na przepływ rzeki w przekroju bilansowym. Wskazuje to na konieczność prawidłowego zidentyfikowania gospodarki wodno-ściekowej w rozpatrywanej zlewni, w tym ustalenia stopnia zwrotu wód podziemnych po ich wykorzystaniu.

6. PODSUMOWANIE WYNIKÓW

Niniejszy Informator stanowi drugi tom cyklu publikacji prezentujących wyniki prac prowadzonych przez państwową służbę hydrogeologiczną (PSH) w ramach zadania „Ustalenie możliwych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych i przeprowadzenie bilansu wodnogospodarczego z uwzględnieniem oddziaływań z wodami powierzchniowymi”. W tomie pierwszym, wydanym na początku 2012 roku, przedstawiono wyniki ustaleń zasobowych i bilansowych wykonanych dla obszaru dorzecza Wisły wraz Żuławami Wiślanymi oraz zlewniami rzek Przymorza Wschodniego – Redy, Łeby, Łupawy i Słupi oraz Pasłęki – zlewni Zalewu Wiślanego. Niniejszy Informator opracowano na podstawie rocznych raportów zbiorczych (Przytuła, 2008, 2009, 2010, 2011) i częściowych (Dąbrowski i in., 2009; Nowakowski i in., 2010, 2011) z prac realizowanych w ramach zadania 21 przez poszczególne zespoły wykonawcze (materiał archiwalny PSH) w latach 2008–2011. Prace te obejmowały określanie gwarantowanych zasobów wód podziemnych możliwych do zagospodarowania i przeprowadzenie bilansu wodnogospodarczego wraz z ustaleniem wpływu zagospodarowania wód podziemnych na zmiany zasobów wód powierzchniowych w jednostkach bilansowych, wydzielonych w obrębie regionów wodnych:

- Górnej Odry (obszar działalności RZGW w Gliwicach) – 8 rejonów wodnogospodarczych w 2 obszarach bilansowych (Zembał i in., 2011);
- Środkowej Odry (obszar działalności RZGW we Wrocławiu) – 53 rejonów wodnogospodarczych w 11 obszarach bilansowych (Nowakowski i in., 2010);
- Warty (obszar działalności RZGW w Poznaniu) – 97 rejonów wodnogospodarczych w 18 obszarach bilansowych (Dąbrowski i in., 2009);
- Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego (obszar działalności RZGW w Szczecinie) – 90 rejonów wodnogospodarczych w 14 obszarach bilansowych (Nowakowski i in., 2011).

W obliczeniach bilansu wodnogospodarczego wód podziemnych uwzględniono gwarantowane zasoby wód podziemnych dostępne do zagospodarowania, określone w rejonie wodnogospodarczym ze spełnieniem wymaganych kryteriów środowiskowych dla warunków długotrwałej niskiej odnawialności wód podziemnych panujących w reprezentatywnym posusznyim cyklu lat hydrologicznych. Suma zasobów gwarantowanych w rejonach wodnogospodarczych wchodzących w skład obszaru bilansowego stanowi gwarantowane zasoby wód podziemnych dostępne do zagospodarowania w obszarze bilansowym.

Opracowana na potrzeby realizacji zadania procedura określania zasobów gwarantowanych i przeprowadzania bilansu wodnogospodarczego z uwzględnieniem wpływu wykorzystania wód podziemnych na zasoby wód powierzchniowych obejmowała następujące etapy:

- a) ustalenie zlewni reprezentatywnej dla bilansowanego rejonu wodnogospodarczego, zamkniętej przekrojem wodowskazowym z opublikowanymi wieloletnimi obserwacjami przepływu (Roczniki hydrologiczne...);

- b) analizę statystyczną przepływów niskich i ustalenie wartości średniego rocznego odpływu podziemnego QG_R do rzek zlewni reprezentatywnej (dla niektórych zlewni wykorzystano opublikowane wartości QG_R) (Atlas hydrologiczny..., 1986);
- c) ocenę czasu inercji CI systemu wodonośnego zlewni i określenie wartości odpływu podziemnego najniższej z wielolecia – średniej z okresu kolejnych lat równych czasowi CI – jako odpływu podziemnego reprezentatywnego do ustalenia zasobów gwarantowanych;
- d) ustalenie przepływu nienaruszalnego rzeki w przekroju wodowskazowym zamykającym zlewnię reprezentatywną, jako środowiskowe ograniczenie dla stopnia zagospodarowania zasobów wód podziemnych (Kostrzewa, 1977; Witowski i in., 2001);
- e) określenie gwarantowanych zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania w reprezentatywnej zlewni bilansowej $ZDGW_{ZB}$ i w rejonie wodnogospodarczym oraz w obszarze bilansowym $ZDGW_{RWG}$;
- f) identyfikację wielkości poboru wód podziemnych: aktualnego U_{Pa} i prognozowanego U_{Pr} w rejonie wodnogospodarczym i w obszarze bilansowym;
- g) określenie stanu rezerw gwarantowanych zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania w rejonie wodnogospodarczym oraz w obszarze bilansowym wód podziemnych w warunkach poboru aktualnego $\Delta ZDGW_{UPa}$ i prognozowanego $\Delta ZDGW_{UPr}$;
- h) określenie wpływu poboru wód podziemnych na przepływ rzeki w przekroju wodowskazowym zamykającym reprezentatywną zlewnię bilansową w zależności od wysokości poboru (aktualnego, prognozowanego i maksymalnego dopuszczalnego równego zasobom gwarantowanym) i stopnia zwrotu pobranych wód do rzek w postaci ścieków lub wód kopalnianych.

Rozdysponowanie tak ustalonych gwarantowanych zasobów wód podziemnych jest prowadzone z zachowaniem zasilania dolinnych stref drenażowych utrzymującego nienaruszalny przepływ rzeki i pokrywającego potrzeby wodne chronionych ekosystemów dolinnych w serii lat posusznych – bez potrzeby dodatkowych działań hydrotechnicznych do sterowania retencją wód w zlewni w celu kształtowania ekologicznie wymaganych stosunków wodnych. Należy dodać, że ciągi średnich i minimalnych przepływów okresowych rzek (rocznych, miesięcznych) traktowano jako dane testowe, tzn. nie poddawano ich renaturyzacji przed wprowadzeniem ich jako danych wejściowych do obliczeń zasobowych i korekty przepływu rzek o wpływ użytkowania wód podziemnych zlewni. Przeprowadzone analizy błędu obliczeń spowodowanego tym uproszczeniem wykazały, że za wyjątkiem zlewni znajdujących się pod dominującym wpływem poboru dużych ujęć komunalnych i odwodnieniowych oraz zrzutu powstałych ścieków i wód kopalnianych, uproszczenie to nie ma istotnego wpływu na wynik ustaleń zasobowych i na ocenę stanu ich rezerw w warunkach poborów aktualnych i prognozowanych.

Wyznaczanie zasobów gwarantowanych wód podziemnych pozwoliło na identyfikację zagrożeń dla dobrego stanu ilościowego wód podziemnych, dokonaną na podstawie wyniku bilansu wodnogospodarczego i oceny wpływu zagospodarowania wód podziemnych na przepływ rzeczny w bilansowej zlewni. W wyniku przeprowadzonej procedury wskazano rejon wodnogospodarczy i obszary bilansowe o znacznych rezerwach gwarantowanych zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania oraz obszary bilansowe wykazujące brak niezbędnych rezerw (fig. 35), wymagające optymalizacji rozrządu zasobów wód podziemnych. W celu porównania podobną ocenę przeprowadzono dla zasobów dyspozycyjnych i perspektywicznych (fig. 36).

W dominującej części analizowanych obszarów bilansowych dorzecza Odry rezerwy zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania (określone stosunkiem wielkości rezerw do zasobów), w warunkach aktualnego poboru wód podziemnych, są znaczne i wynoszą średnio 84% zasobów gwarantowanych (tab. 9). Poza trzema obszarami bilansowymi, wykazującymi deficyt zasobów (GL-V Kłodnicy, P-IV Widawki, P-VII Warty od Neru do Prosny) rezerwy zasobów dyspozycyjnych i gwarantowanych w obszarach bilansowych wydzielonych na obszarze dorzecza Odry przekraczają 50% ustalonych w nich zasobów. Rezerwy wyższe niż 75% zasobów gwarantowanych wykazuje 35 z 49 obszarów bilansowych (tab. 9).

Na całym analizowanym obszarze dorzecza Odry (wraz ze zlewniami rzek Przymorza Zachodniego i Zalewu Szczecińskiego) aktualne względne rezerwy zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania wynoszą 76% zasobów dyspozycyjnych (wraz z perspektywicznymi, zależnie od stopnia udokumentowania) oraz 74% zasobów gwarantowanych. W wartościach bezwzględnych wynoszą one: 11,27 mln m³/d dla zasobów dyspozycyjnych (wraz z perspektywicznymi) oraz 10,19 mln m³/d dla zasobów gwarantowanych.

Ustalenie zasobów gwarantowanych – jako podstawy do określenia rezerw zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania, oszacowania wpływu zagospodarowania wód podziemnych na przepływ rzek oraz dokonania oceny stanu ilościowego wód podziemnych – jest niezbędne w zlewniach drenujących system wodonośny z przewagą głównego użytkowego poziomu wodonośnego z dobrym kontaktem hydraulicznym z dolinami rzecznyymi oraz słabej izolacji i hydrodynamicie silnie zależnej od zmian zasilania infiltracją efektywną opadów w cyklach kilkuletnich i krótszych. W zlewniach tego typu analiza bilansu wodnogospodarczego, uwzględniająca zasoby gwarantowane oraz wpływ użytkowania wód podziemnych na rzeki, pozwala ustalić zasady zrównoważonego wykorzystania zasobów wodnych i sformułować wskazania hydrogeologiczne do warunków korzystania z wód zlewni oraz do działań hydrotechnicznych w zakresie korekty retencji i odpływu wód powierzchniowych.

Istotnym problemem metodycznym w ustalaniu zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania jest określenie przepływu nienaruszalnego rzek w jednostce bilansowej. Problem ten obejmuje w równym stopniu dane hydrologiczne i stosowane formuły obliczeniowe. Określanie wielkości przepływu nienaruszalnego na podstawie statystycznej analizy przepływów niskich okresowych w przekroju wodowskazowym rzeki, uwzględniającej powierzchnię i typ geomorfologiczny zlewni zamkniętej tym przekrojem, często prowadzi do otrzymania wyników wymagających korekty. Okazuje się ona niezbędna zwłaszcza podczas analizy systemu hydrograficznego rzeki głównej z jej kontrolowanymi wodowskazowo dopływami o zlewniach znacznie różniących się powierzchnią i typem geomorfologicznym oraz gdy przepływ rzek w przekrojach wodowskazowych znajduje się pod wpływem gospodarki na zbiornikach retencyjnych i stawach rybnych, zrzutu ścieków lub wód kopalnianych, zabudowy hydrotechnicznej oraz zarastania i zlodzenia koryta. Korekty są niezbędne również wtedy, gdy system wodonośny charakteryzuje się znaczną zasobnością, a drenujący go system hydrologiczny – wyrównanym przepływem rzek, kształtującym niewielką różnicę pomiędzy rocznymi przepływami niskimi a przepływami pochodzącymi z zasilania podziemnego, co w konsekwencji może prowadzić do uzyskania paradoksalnego wyniku obliczeń w postaci braku dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych.

Wpływ zagospodarowania zasobów wód podziemnych na kształtowanie przypływów rzecznych i wynik jednolitego bilansu wodnogospodarczego zlewni jest w znacznym stopniu

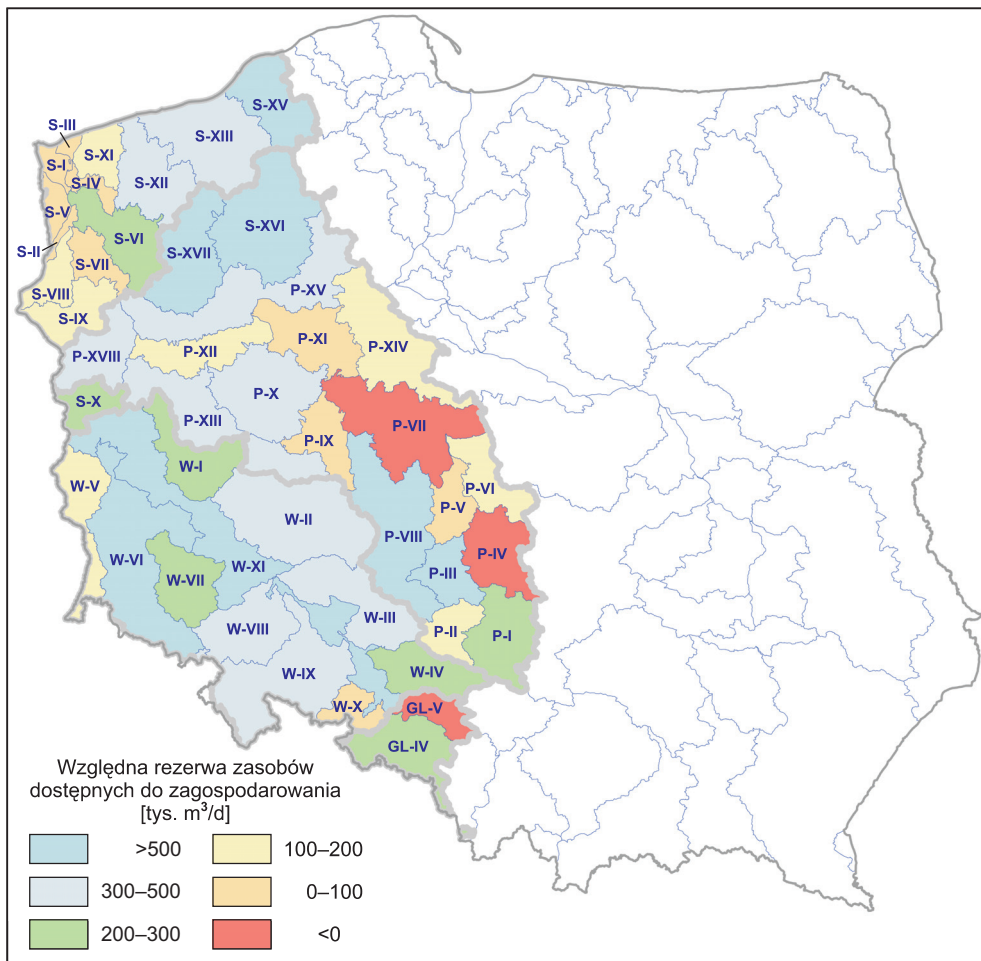


Fig. 35. Rezerwa zasobów dostępnych do zagospodarowania ustalonych jako dyspozycyjne lub perspektywiczne (zależnie od obecnego zasięgu udokumentowania zasobów dyspozycyjnych), przy aktualnym poborze wód podziemnych w obszarach bilansowych dorzecza Odry

zależny od stopnia zwrotu pobranych wód podziemnych do systemu hydrograficznego zlewni, zwłaszcza w zakresie przepływów niskich, utrzymywanych z zasilania podziemnego. Zależność ta jest tym większa, im krótszy jest czas opóźnienia reakcji systemu wodonośnego na zmiany średniookresowej infiltracji efektywnej decydującej o odnawialności użytkowych poziomów wodonośnych oraz im wyższy jest stopień zagospodarowania zasobów wód podziemnych.

Przeprowadzone badania wykazały, że bilansowa ocena stanu ilościowego wód podziemnych zależy w znacznym stopniu od wyniku obliczeń wpływu zagospodarowania wód podziemnych na przepływ rzeki w przekroju zamykającym bilansowaną zlewnię. Wymusza to konieczność prawidłowego zidentyfikowania gospodarki wodnościekowej, zwłaszcza w zakresie

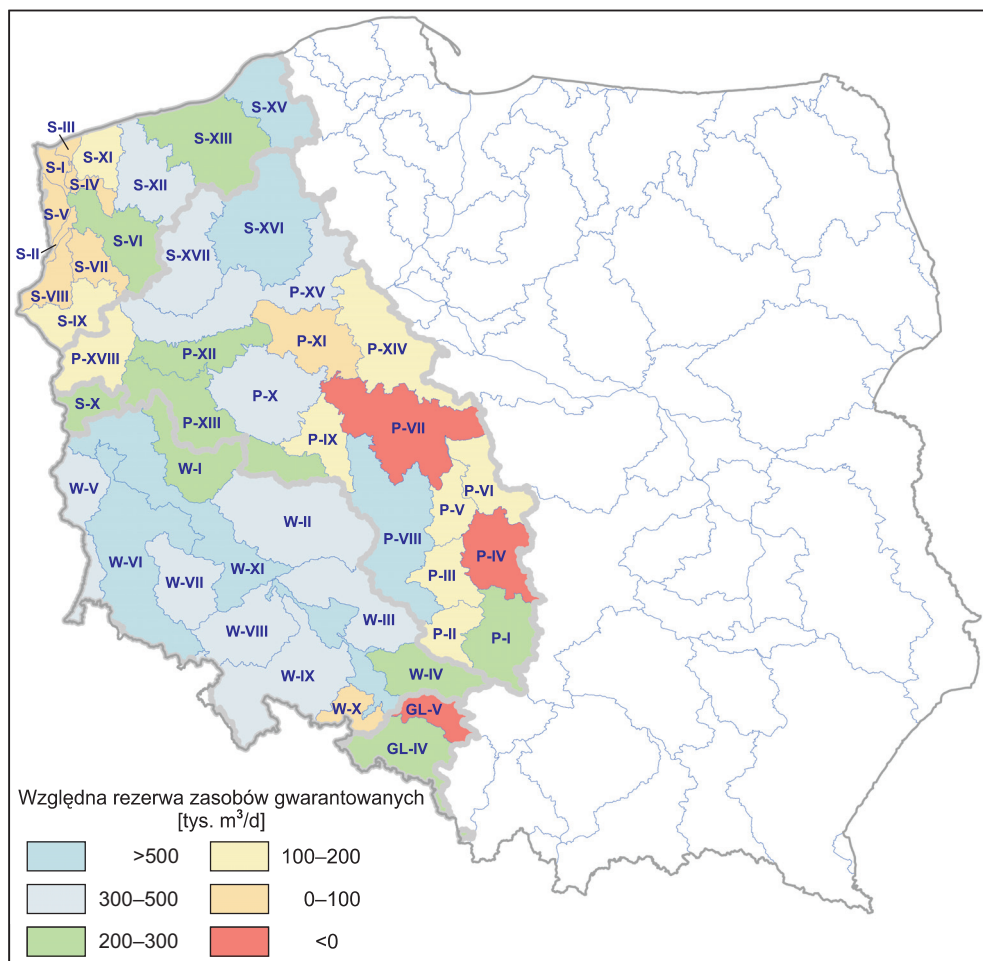


Fig. 36. Rezerwa gwarantowanych zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania przy aktualnym poborze wód podziemnych w obszarach bilansowych dorzecza Odry

ustalenia stopnia zwrotu pobranych wód podziemnych do rzek zlewni. Ten ostatni element w wyższym stopniu decyduje o wyniku obliczeń zmian przepływu rzek niż dokładność ustalenia aktualnego poboru wód podziemnych i przyjętego do obliczeń poboru prognozowanego.

Wpływ poboru z ujęć wód podziemnych na wody powierzchniowe w większości analizowanych rejonów wodnogospodarczych określono jako nieznaczny lub mały. Analiza średniorocznego przepływu całkowitego wód powierzchniowych SQ skorygowanego o wielkość poboru aktualnego i prognozowanego oraz o wielkość zrzutu ścieków, przeprowadzona w reprezentatywnych przekrojach wodowskazowych dorzecza Odry, wykazała brak zagrożenia dla utrzymania w nich przepływu nienaruszalnego. Korekta przepływu rzeczno-podziemnego QG o pobór aktualny i prognozowany wód podziemnych w zlewni oraz o zrzut

powstałych ścieków, przeprowadzona dla reprezentatywnych przekrojów wodowskazowych, również wykazała brak zagrożenia dla przepływu nienaruszalnego.

Gwarantowane zasoby wód podziemnych, dostępne do zagospodarowania, są z definicji niższe od zasobów dyspozycyjnych, ustalanych dla średnich wieloletnich warunków hydrologicznych z wyższą odnawialnością wód podziemnych niż w okresach lat posusznych oraz niższym udziałem wód podziemnych w zaspokojeniu potrzeb wodnych roślinności ekosystemów dolinnych. W trakcie realizacji zadania zidentyfikowano odstępstwa od tej reguły – w części rejonów wodnogospodarczych dorzecza Odry stwierdzono wyższą wartość zasobów gwarantowanych niż zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych. Wynikało to z przyczyn związanych z różnymi rozwiązaniami metodycznymi, stosowanymi przy ustalaniu zasobów dyspozycyjnych na modelu matematycznym przepływu wód podziemnych w poszczególnych jednostkach bilansowych, a w szczególności:

- z podziału wielkości zasobów odnawialnych wód podziemnych na część stanowiącą infiltrację opadów do lokalnych układów krążenia w płytkich poziomach wodonośnych nie spełniających kryteriów poziomu użytkowego i nieuwzględnionych w modelu matematycznym użytkowych poziomów wodonośnych oraz na część stanowiącą zasoby odnawialne użytkowych poziomów wodonośnych, odwzorowanych na modelu i stanowiących podstawę ustalania zasobów dyspozycyjnych;
- z uwzględniania przepływów nienaruszalnych, wyższych niż wyznaczone na podstawie kryteriów hydrobiologicznych (określonych różnymi metodami statystycznymi albo mających zapewnić pokrycie wysokich potrzeb ochrony rezerwatywowej lub krajobrazowej w dolinach rzecznych) (Kostrzeva, 1977; Witowski i in., 2001);
- z określania zasobów odnawialnych wód podziemnych na podstawie wartości wskaźników odpływu podziemnego, bez uwzględniania korekty na niepełną penetrację hydrauliczną rzek i strat na drenaż ewapotranspiracyjny w dolinach rzecznych.

Wymienione wyżej przyczyny prowadziły do ustalania relatywnie niskich wartości zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych, akceptowanych jednak jako podstawa do ich dystrybucji z zachowaniem marginesu bezpieczeństwa, co jest głównym celem określania gwarantowanych zasobów wód podziemnych dostępnych do zagospodarowania.

W części rejonów wodnogospodarczych, wartości zasobów gwarantowanych znacznie odbiegały od zasobów dyspozycyjnych (lub perspektywicznych – zależnie od stopnia rozpoznania zasobów na poszczególnych obszarach bilansowych i w rejonach wodnogospodarczych). Głównym powodem może być niesynchroniczność okresów wieloletnich przyjętych za podstawę ustaleń zasobowych. Wówczas wzajemny stosunek zasobów gwarantowanych i dyspozycyjnych zależał od stosunku średnich wartości odpływu podziemnego w rozpatrywanych okresach.

W zlewniach bilansowych z przewagą głównego użytkowego poziomu wodonośnego o zwierciadle swobodnym zasoby gwarantowane są wyraźnie niższe od zasobów dyspozycyjnych (lub perspektywicznych), co jest odzwierciedleniem zależności dynamiki odpływu podziemnego od bezpośredniego zasilania wód podziemnych infiltracją opadów atmosferycznych i od drenażu przez rzeki, uwzględnionego w zastosowanej metodyce obliczeń zasobów gwarantowanych ZDG_w .

W zlewniach drenujących systemy wodonośne z użytkowymi poziomami wodonośnymi o znacznej izolacji od powierzchni terenu i hydrodynamice niewykazującej istotnej zależności od cyklicznych zmian infiltracji opadów ilość zasobów gwarantowanych zbliża się do wartości

zasobów średnich wieloletnich – hydrologicznie normalnych – a ich znaczenie w przeprowadzaniu bilansu wodnogospodarczego, ustalaniu warunków korzystania z wód zlewni i opracowaniu programów działań mających na celu osiągnięcie lub utrzymanie dobrego stanu wód, zależy od rozkładu eksploatacji wód w poszczególnych użytkowych poziomach wodonośnych.

W wielopoziomowych systemach wodonośnych eksploatacja wód podziemnych często koncentruje się w głębokim użytkowym poziomie wodonośnym o dobrej izolacji od zanieczyszczeń z powierzchni terenu, a płytkie poziomy wodonośne nie są ujmowane ze względu na ich zanieczyszczenie, natomiast pozostając w bezpośrednim związku z wodami powierzchniowymi i zależności od zmiennych warunków hydrologicznych, decydują o dynamice odpływu podziemnego do rzek i w ten sposób kształtują wielkość zasobów gwarantowanych.

LITERATURA

- ATLAS hydrologiczny Polski, 1986 — Metoda opracowania i zestawienia liczbowe, tom 2, IMGW, Warszawa.
- BYCZKOWSKI A., CHORMAŃSKI J., HERBICH P., MANDES B., OKRUSZKO T., TYSZEWSKI S., 2001 — Propozycja równań regresji do obliczania odpływów jednostkowych średnich oraz niższych od średniego z wykorzystaniem parametrów hydrogeologicznych. *Wiadomości IMGW*, 4 (45), 1: 49–74.
- CZARNECKA H. (praca zespołowa), 2005 — Atlas podziału hydrograficznego Polski. IMGW, Warszawa.
- DĄBROWSKI S., RYNARZEWSKI W., 2002 — Wydzielenie zlewni cząstkowych wód podziemnych korelujących ze zlewniami wód powierzchniowych w obszarze zlewni rzeki Warty z pominięciem zlewni Proсны, Górnej Warty i Górnej Noteci. Hydroconsult Sp. z o.o. Oddział w Poznaniu. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- DĄBROWSKI S., RYNARZEWSKI W., STRABURZYŃSKA-JANISZEWSKA R., JANISZEWSKA B., DĄBROWSKA M., FLIEGER M., PAWLAK A., PÓŹNIAK J., 2009 — Ustalenie możliwych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych i przeprowadzenie bilansu wodnogospodarczego z uwzględnieniem oddziaływań z wodami powierzchniowymi dla regionu wodnego Warty. Hydroconsult Sp. z o.o. Oddział w Poznaniu. W: Zadanie „Ustalenie możliwych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych...” (kierownik E. Przytuła). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- DOWGIAŁŁO J., KLECZKOWSKI A.S., MACIOSZCZYK T., RÓŹKOWSKI A. (red.), 2002 — Słownik hydrogeologiczny. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DYREKTYWA 91/676/EWG — Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 grudnia 1991 r. dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanym przez azotany pochodzenia rolniczego.
- DYREKTYWA 2000/60/WE — Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej.
- DYREKTYWA 2000/118/WE — Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 grudnia 2006 r. w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu.
- DZIAŁALNOŚĆ państwowej służby hydrogeologicznej w latach 2009–2011, Zadania państwowej służby hydrogeologicznej w 2011 r. SYNTEZA. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa. (http://www.psh.gov.pl/artykuly_i_publicacje)
- DZIAŁALNOŚĆ państwowej służby hydrogeologicznej w latach 2012–2014, Zadania państwowej służby hydrogeologicznej w 2012 r. SYNTEZA. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa. (http://www.psh.gov.pl/artykuly_i_publicacje).
- FRANKOWSKI Z., GAŁKOWSKI P., MITRĘGA J., 2009 — Struktura poboru wód podziemnych w Polsce. Informator państwowej służby hydrogeologicznej. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GAŁKOWSKI P. (kierownik zadania), 2012 — Prowadzenie, aktualizacja, weryfikacja i udostępnianie bazy danych poboru rejestrowanego z ujęć wód podziemnych na podstawie oficjalnych danych krajowych. Raport z zadania 16 PSH w 2011 r. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- HERBICH P., 1983 — Zmiany odnawialności zasobów wód podziemnych w rejonach ich intensywniej eksploatacji ze szczelinowych utworów górnej kredy wschodniej Lubelszczyzny [pr. doktor.]. Arch. Wydz. Geol. UW, Warszawa.

- HERBICH P., 1997 — Określanie wpływu eksploatacji wód podziemnych na zasoby wód powierzchniowych dla potrzeb bilansów wodnogospodarczych. *W: Współczesne problemy hydrogeologii*, **8**: 63–73, Wyd. WIND, Poznań.
- HERBICH P., 2002a — Określanie hydrogeologicznych danych wejściowych i weryfikacja metody dynamicznej korekty przepływów rzecznych w przekrojach kontrolnych o wpływ poboru wód podziemnych z bilansowanych zlewni. Raport z realizacji projektu badawczego KBN nr 9t12b00417. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- HERBICH P., 2002b — Dokumentowanie i bilansowanie zasobów wód podziemnych w gospodarowaniu wodami. *W: Problemy wykorzystania wód w gospodarce komunalnej*: 58–67. PZITS, ŚUW, Częstochowa.
- HERBICH P., 2005 — Zasoby perspektywiczne wód podziemnych – cel ustalenia i metodyka obliczeń dla zlewniowych systemów wodonośnych. *W: Współczesne problemy hydrogeologii*, **12**: 261–268. UMK, Toruń.
- HERBICH P., 2008 — Opracowanie metodyki bilansu wodnogospodarczego wód podziemnych z uwzględnieniem oddziaływań z wodami powierzchniowymi. Działalność państwowej służby hydrogeologicznej w 2007 r. Dział 3. Rozpoznawanie, bilansowanie i ochrona wód podziemnych w celu racjonalnego ich wykorzystania przez społeczeństwo oraz gospodarkę. Zadanie 2.07. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- HERBICH P. (kierownik zadania), 2011 — Określenie dynamiki odnawialności zasobów wód podziemnych w zlewniach bilansowych metodą analizy związku zmian stanów retencji i odpływu podziemnego. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- HERBICH P., DĄBROWSKI S., NOWAKOWSKI C., 2003 — Ustalenie zasobów perspektywicznych wód podziemnych w obszarach działalności Regionalnych Zarządów Gospodarki Wodnej (raport końcowy). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- HERBICH P., DĄBROWSKI S., NOWAKOWSKI C., 2007 — Wydzielenie rejonów wodnogospodarczych dla potrzeb zintegrowanego zarządzania zasobami wód podziemnych i powierzchniowych kraju. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- HERBICH P., MORDZONEK G., PRZYTUŁA E., 2011 — Stan rozpoznania i stopień wykorzystania dostępnych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych w Polsce. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **455**, *Hydrogeologia*, 12/1: 193–202.
- HERBICH P., PRZYTUŁA E., 2008 — A state of the documenting process of the accessible groundwater resources in Poland. *Pol. Geol. Inst. Sp. Pap.*, **24**: 63–67.
- HERBICH P., PRZYTUŁA E., 2012 — Ustalenie możliwych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych i przeprowadzenie bilansu wodnogospodarczego z uwzględnieniem oddziaływań z wodami powierzchniowymi. Dorzecze Wisły. Informator państwowej służby hydrogeologicznej. Państw. Inst. Geol. – PIB, Warszawa.
- HERBICH P., TYSZEWSKI S., 1994a — Wybrane problemy bilansu wodnogospodarczego w świetle doświadczeń z pierwszej edycji warunków korzystania z wód zlewni Wkry. *Zesz. Nauk. AR Wroc.*, **248**: 135–143.
- HERBICH P., TYSZEWSKI S., 1994b — Bilans wodnogospodarczy i warunki korzystania z wód zlewni Wkry. *W: Aktualna problematyka gospodarki wodnej w skali zlewni rzecznej*: 68–89. SGGW, Warszawa.
- KIERUNKI badań w dziedzinie hydrogeologii (na lata 2008–2015). Depart. Geol. i Koncesji Geol. MŚ, Warszawa.
- KLECZKOWSKI A.S. (red.), 1990 — Mapa Głównych Zbiorników Wód Podziemnych w Polsce. AGH, Kraków.
- KONDRACKI J., 2002 — Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
- KOSTRZEWA H., 1977 — Weryfikacja kryteriów i wielości przepływu nienaruszalnego dla rzek Polski. Materiały badawcze. Seria: Gospodarka Wodna i Ochrona Wód. IMGW, Warszawa.

- KOWALCZYK A., 2003 — Formowanie się zasobów wód podziemnych w utworach węglanowych triasu śląsko-krakowskiego w warunkach antropopresji. Wyd. UŚL, Katowice.
- MAPA Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000. Udostępnianie, weryfikacja, aktualizacja i rozwój. Instrukcja. 2004 — MŚ i PIG, Warszawa.
- MORDZONEK G. (kierownik zadania), 2012 — Prowadzenie, aktualizacja i udostępnianie bazy danych GIS zasobów dyspozycyjnych i perspektywicznych wód podziemnych dla obszaru Polski. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- NOWAKOWSKI C., NOWICKI K., GRZEBULSKA B., SOBOLEWSKA A., SOPEL Ł., TRACZYK T., WOŹNIAK M., 2010 — Ustalenie możliwych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych i przeprowadzenie bilansu wodnogospodarczego z uwzględnieniem oddziaływań z wodami powierzchniowymi dla regionu wodnego Środkowej Odry, Hydroconsult Spółka z o.o. Oddział w Warszawie. *W:* Zadanie „Ustalenie możliwych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych...” (kierownik E. Przytuła). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- NOWAKOWSKI C., NOWICKI K., GRZEBULSKA B., SOBOLEWSKA A., SOPEL Ł., TRACZYK T., WOŹNIAK M., 2011 — Ustalenie możliwych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych i przeprowadzenie bilansu wodnogospodarczego z uwzględnieniem oddziaływań z wodami powierzchniowymi dla regionu wodnego Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego, Hydroconsult Sp. z o.o. Oddział w Warszawie. *W:* Zadanie „Ustalenie możliwych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych...” (kierownik E. Przytuła). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- ORSZTYNOWICZ J., 1988 — Studium naukowo-badawcze do Atlasu hydrologicznego Polski. Średnie roczne i wieloletnie odpływy podziemne na obszarze Polski w okresie 1951–1980. IMGW, Warszawa.
- PACZYŃSKI B. (red.), 1993, 1995 — Atlas hydrogeologiczny Polski, cz. I, II. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PACZYŃSKI B., MACIOSZCZYK T., KAZIMIERSKI B., MITRĘGA J., KOZERSKI B., SZCZEPAŃSKI A., 1996 — Ustalanie zasobów dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych. Poradnik metodyczny. MOŚZNIŁ, Warszawa.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A. (red.), 2007 — Hydrogeologia regionalna Polski. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PASŁAWSKI Z., 1992 — Hydrologia i zasoby wodne dorzecza Warty. Wyd. AR, Poznań.
- PASŁAWSKI Z., KOCZOROWSKA J., 1974 — Odpływ powierzchniowy rzek w dorzeczu Warty. *Prz. Geof.*, 19, 1, Warszawa.
- PRZYTUŁA E. (kierownik zadania), 2008 — Charakterystyka dynamiki stanu retencji wód podziemnych strefy aktywnej wymiany jako podstawa dla ustalenia wieloletniej zmienności dostępnych dla zagospodarowania zasobów wód podziemnych. Raport PSH z zadania 2.8. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- PRZYTUŁA E. (kierownik zadania), 2009 — Ustalenie możliwych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych i przeprowadzenie bilansu wodnogospodarczego z uwzględnieniem oddziaływań z wodami powierzchniowymi: Etap II – obszar działalności RZGW w Warszawie i RZGW w Poznaniu. Raport PSH z zadania 15 w 2008 r. Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- PRZYTUŁA E. (kierownik zadania), 2010 — Ustalenie możliwych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych i przeprowadzenie bilansu wodnogospodarczego z uwzględnieniem oddziaływań z wodami powierzchniowymi: Etap III. Raport PSH z zadania 21 w 2009 r., Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- PRZYTUŁA E. (kierownik zadania), 2011 — Ustalenie możliwych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych i przeprowadzenie bilansu wodnogospodarczego z uwzględnieniem oddziaływań z wodami powierzchniowymi: Etap IV. Raport z zadania 21 PSH w 2010 r., Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.
- RASTROWA mapa podziału hydrograficznego Polski (MphP), 2007 — (<http://www.kzgw.gov.pl>)

- ROCZNIKI hydrologiczne wód powierzchniowych, 1971–1983 — Dorzecze Odry i rzeki Przymorza na zachód od Wisły. Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 23 sierpnia 1994 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinna odpowiadać dokumentacja hydrogeologiczna i geologiczno-inżynierska (DzU Nr 93, poz. 444).
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 3 października 2005 r. w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie (DzU Nr 201, poz. 1673).
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 23.12.2011 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (DzU Nr 291, poz. 1714).
- ROZPORZĄDZENIE Rady Ministrów z dnia 27.06.2006 r. w sprawie przebiegu granic obszarów dorzeczy i regionów wodnych (DzU Nr 126, poz. 878).
- ROZPORZĄDZENIE Rady Ministrów z dnia 30.06.2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie przebiegu granic obszarów dorzeczy i regionów wodnych (DzU Nr 130, poz. 874).
- SAWICKI J., 1977 — Elementy bilansu wodnego zlewni rzeki Widawki w rejonie kopalni Bełchatów. *Górn. Odkryw.*, **1/2**: 3–7.
- SZYMANO J., 1980 — Koncepcja systemu wodonośnego i metod jego modelowania. Wyd. Geol., Warszawa.
- TYSZEWSKI S., HERBICH P., INDYK W., JARZĄBEK A., PUSŁOWSKA-TYSZEWSKA D., RUTKOWSKI M., 2008 — Metodyka opracowania warunków korzystania z wód regionu wodnego oraz warunków korzystania z wód zlewni. PRO-WODA, Warszawa.
- TYSZEWSKI S., OKRUSZKO T., 1994 — Wykorzystanie bilansu wodnogospodarczego do wyboru optymalnego wariantu gospodarowania wodą (w dolinie Biebrzy Środkowej). *Zesz. Nauk AR Wroc. Konf.*, **5** (248), 1: 305–313.
- USTAWA Prawo geologiczne i górnicze z dnia 4 lutego 1994 r. (DzU Nr 27, poz. 96).
- USTAWA Prawo geologiczne i górnicze z dnia 9 czerwca 2011 r. (DzU Nr 163, poz. 981).
- USTAWA Prawo wodne z dnia 18 lipca 2001 r. (tekst jednolity: DzU z 2012 r., poz. 145 ze zmianami).
- WITOWSKI K., FILIPKOWSKI A., GROMIEC M.J., 2001 — Obliczanie przepływu nienaruszalnego. Poradnik. IMGW, Warszawa.
- ZALEWSKA E., 2011 — Tematy geologiczne zamówione przez Ministra Środowiska, zrealizowane w 2010 r. *Prz. Geol.*, **59**, 3: 169–75.
- ZEMBAL M., STACHURA A., ZAWADZKA E., 2011 — Ustalenie możliwych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych i przeprowadzenie bilansu wodnogospodarczego z uwzględnieniem oddziaływań z wodami powierzchniowymi – dla regionu wodnego Górnej Odry, PIG-PIB Oddział Górnośląski w Sosnowcu. W: Zadanie „Ustalenie możliwych do zagospodarowania zasobów wód podziemnych...” (kierownik E. Przytuła). Narod. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa.