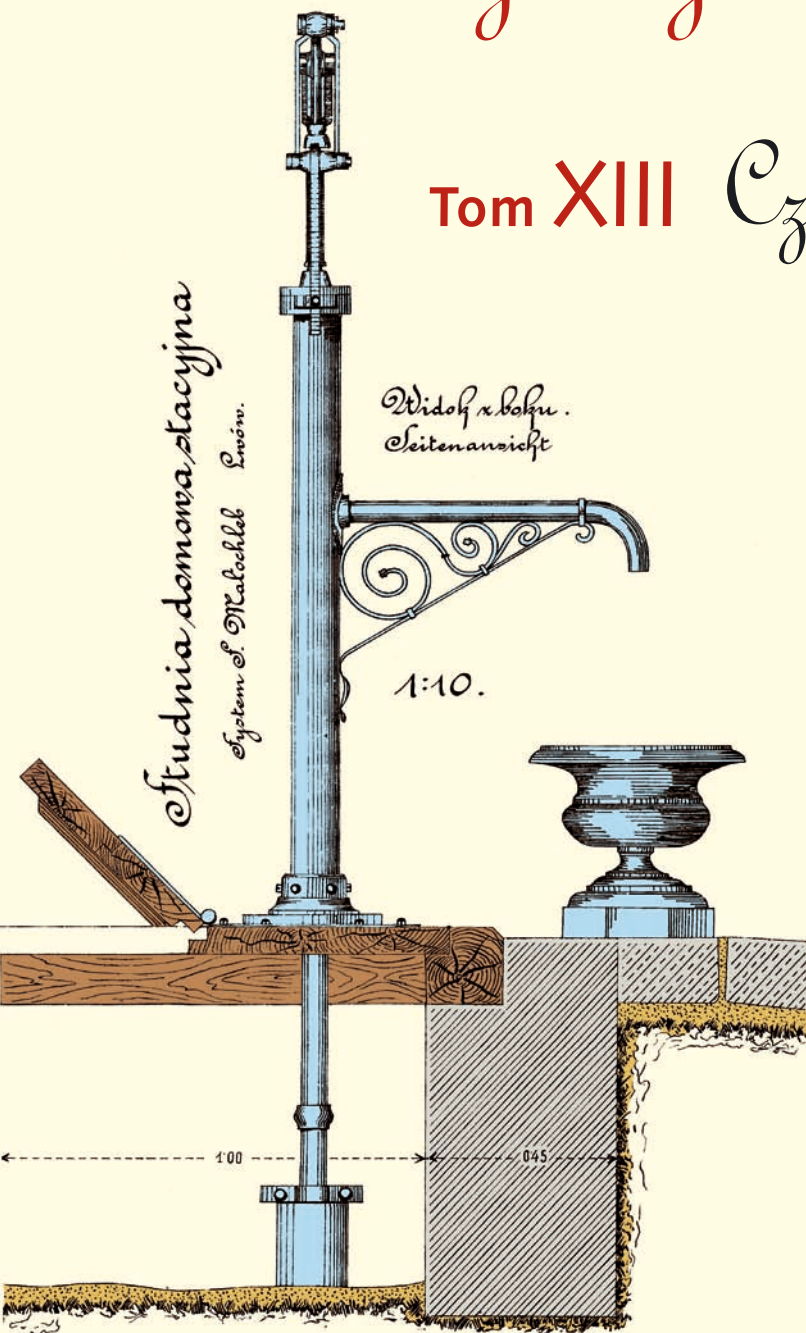


# Współczesne problemy hydrogeologii

Tom XIII Część 3.





Wydanie publikacji zostało sfinansowane przez  
Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska  
i Gospodarki Wodnej

Recenzenci:

Jadwiga Szczepańska  
Wojciech Ciężkowski  
Józef Górski  
Andrzej Kowalczyk  
Ewa Krogulec  
Grzegorz Malina  
Jerzy Małecki  
Marek Marciniak  
Jacek Motyka  
Marek Nawalany  
Jan Przybyłek  
Andrzej Rózkowski  
Andrzej Sadurski  
Andrzej Szczepański  
Stanisław Staško  
Stanisław Witczak  
Andrzej Zuber

Redakcja: Andrzej Szczepański, Ewa Kmiecik, Anna Żurek

Teksty artykułów w częściach 2. i 3. zostały wydrukowane z wersji elektronicznej dostarczonej przez Autorów, metodą bezpośredniej reprodukcji (*camera ready*)

Projekt okładki i stron tytułowych: Andrzej Tomaszewski

Na okładce: fragment projektu studni miejskiej we Lwowie z 1906 roku  
— ze zbiorów prof. **Antoniego S. Kleczkowskiego** (1922–2006)

Korekta: Zespół

Skład komputerowy systemem  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ : pre $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ t, [www.pretext.com.pl](http://www.pretext.com.pl)

Druk: ROMA-POL, [www.romapol.pl](http://www.romapol.pl)

ISBN-13 978-83-88927-16-4

**Andrzej Szczepański, Tadeusz Szklarczyk**

**Ocena możliwości eksploatacyjnych wód podziemnych w dorzeczu Górnej Wisły**

**Assessment of the Groundwater Exploitation Potential of the Upper Vistula River Basin**

**Słowa kluczowe**

zasoby wód podziemnych, jednostki hydrogeologiczne, zagrożenie i ochrona wód podziemnych

**Key words**

groundwater resources, hydrogeological units, groundwater hazards and protection

**Abstract**

Above 29% of surface water and close to 20% of groundwater used in Poland is exploited in the Upper Vistula River Basin (about 15% of the country area). Groundwater was, and still is, mostly used for food and extractive industry in the Silesian, Cracovian and Tarnobrzeg regions. Partly, is utilized for drinking water supply. The distribution of resources does not cover local needs. Authors indicate future groundwater bodies with substantial resources but poorly recognized. These can be used particularly in time of restructuring and closing of hard coal, Zn–Pb ore, and sulphur mines. The part of mine waters could and should be used to for water needs in local and regional scale

## 1. Wprowadzenie

W dorzeczu górnej Wisły, obejmującym ok. 15% powierzchni kraju, eksploatowanych (pobieranych) jest ponad 29% ilości wody powierzchniowej i prawie 20% objętości zużytych w Polsce wód podziemnych. Cechą charakterystyczną tego obszaru jest silne uprzemysłowienie, szczególnie w rejonie Górnego Śląska, i duża ilość miast, z czego wynikają określone potrzeby wodne oraz odwodnienie warstw skalnych przez zakłady górnicze. Zasoby wodne tego regionu są dość wysokie, jednak w znacznym stopniu wody zostały zdegradowane lub są zagrożone degradacją jakościową i ilościową.

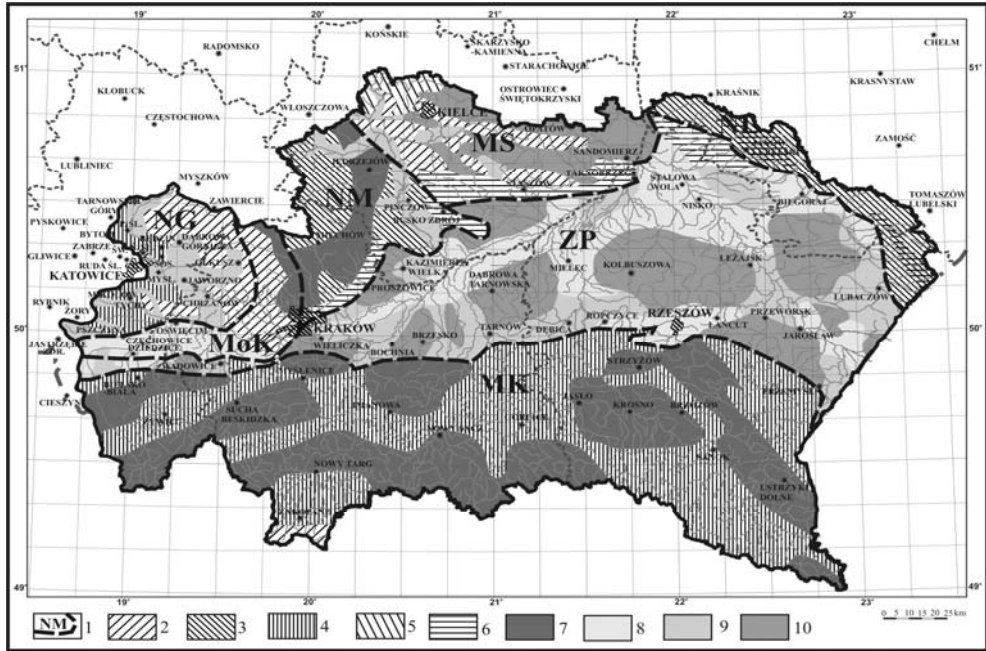
Szczególną degradację zasobów wód podziemnych zarejestrowano na obszarach trzech byłych województw: katowickiego, tarnobrzeskiego i krakowskiego, które równocześnie zużywają ponad 80% ujmowanych wód podziemnych i powierzchniowych, w efekcie czego powstały tu obszary deficytu. Rozmieszczenie rozpoznanych zasobów wodnych nie pokrywa się z lokalnymi potrzebami, stąd też znaczna część wód komunalnych pochodzi z przetrzutów międzyzlewniowych w zakresie szczególnie wód powierzchniowych, ale dotyczy to i zasobów wód podziemnych.

Negatywną rolę w kształtowaniu się zasobów wodnych tego regionu odegrał dawny sposób gospodarowania nimi w granicach administracyjnych. Wprowadzenie gospodarki zlewniowej prowadzonej przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej, powinno w sposób zdecydowany poprawić stan ilościowy i jakościowy zasobów wodnych regionu. Zwłaszcza w sytuacji zmniejszonego zapotrzebowania na wodę przemysłu i gospodarki komunalnej (w latach 1990–2006 o ponad 20%) oraz restrukturyzacji górnictwa i likwidacji wielu kopalń węgla kamiennego, rud cynku i ołowiu oraz siarki obserwuje się odbudowę zasobów wód podziemnych oraz poprawę jakości wód powierzchniowych i wyrównanie przepływów w rzekach. Część zasobów zwykłych wód podziemnych (np. z poziomu triasowego) odprowadzanych ze zlikwidowanych kopalń węgla kamiennego jest zrzucana do rzek, co znakomicie poprawia jakość wód powierzchniowych, podobnie jak i stale wzrastający stopień oraz ilość oczyszczanych ścieków komunalnych i przemysłowych, ale mogłoby być one wykorzystane do zaopatrzenia ludności w wodę dobrej jakości.

## 2. Jednostki hydrogeologiczne w dorzeczu

W obszarze dorzecza górnej Wisły Kleczkowski A.S. (1990, 1991) wyróżnia siedem jednostek hydrogeologicznych o znaczeniu użytkowym (rys. 1, tab. 1). Ich granice wyznaczone zostały zgodnie z jednostkami geologicznymi i na ogół pokrywają się z granicami regionów hydrogeologicznych określonych przez Paczyńskiego B. (1993, 1995). W zachodniej części tego dorzecza granice tych jednostek zostały zweryfikowane przez Rózkowskiego (1997). Wyróżnione strukturalnie jednostki hydrogeologiczne stanowią zbiorniki wód użytkowych, co oznacza, że wielkość zasobów dyspozycyjnych pozwala na ich wykorzystanie dla celów zaopatrzenia w wodę o oczekiwanej i wymaganej przepisami jakości (Szczepański, 2001).

Powierzchnia łączna ich rozprzestrzenienia wynosi ponad 46,3 tys. km<sup>2</sup> (tab. 1), czyli prawie pokrywa się z obszarem zlewni górnej Wisły (47,1 tys. km<sup>2</sup>). Należy jednakże pamiętać, że wyróżnione zbiorniki w niektórych obszarach (jednostkach hydrogeologicznych) występują piętrowo. Jednostki te leżą w granicach utworzonych Regionalnych Zarządów Gospodarki Wodnej w Krakowie i Gliwicach (ich zachodnia część).



**Rysunek 1.** Jednostki hydrogeologiczne w dorzeczu górnej Wisły, wg Kleczkowskiego (1991), zmienione. Objaśnienia: 1 — granica i symbol jednostki hydrogeologicznej; 2 — poziomy szczelinowo-krasowe ( $D_{2,3}$ ,  $T_{1,2}$ ,  $J_3$ ); 3 — poziomy szczelinowy ( $K_2$ ); 4 — poziomy szczelinowo-porowe o gorszych własnościach hydrogeologicznych ( $F$ ,  $C_2$ ); 5 — poziomy szczelinowo-porowe o lepszych własnościach ( $T_1$ ,  $J_1$ ); 6 — poziomy szczelinowo-kawernowe w utworach paleogeńsko-neogeńskimi ( $T_r$ ); 7 — obszary, w których poziomy szczelinowo-kawernowe ( $J_3$ ), szczelinowo-porowe ( $F$ ) i szczelinowe ( $K_2$ ) wykazują lepsze własności hydrogeologiczne; 8 — poziomy porowy czwartorzędowy o lepszych własnościach hydrogeologicznych ( $Q$ ); 9 — poziomy porowy czwartorzędowy o gorszych własnościach hydrogeologicznych ( $Q$ ); 10 — obszary niewodonośne i słabo wodonośne (brak użytkowych poziomów wodonośnych)

**Figure 1.** Hydrogeological units of the Upper Vistula River Basin, after Kleczkowski. (1991), modified

Strukturalne kryteria hydrogeologiczne pozwoliły na wyróżnienie (rys. 1 i 2):

- **fałdowego masywu karpackiego — MK** — z systemem czwartorzędowych dolin i kotlin, a w obrębie utworów starszego podłoża masywów i niecek lub też monoklinalne skrzydła niecek lub synklin; wody użytkowe występują w utworach czwartorzędowych i lokalnie fliszowych;
- **zapadliska przedkarpackiego — ZP** — z systemem pogrzebanych dolin czwartorzędowych, lokalnie związanych z warstwami paleogeńsko-neogeńskimi;
- **niecki górnośląskiej — NG** — w której wody występują w utworach dewonu, karbonu, permu i triasu;
- **monokliny krakowskiej — MoK** — gdzie użytkowy poziom tworzą warstwy górnourajskie;
- **niecki miechowskiej — NM** — wypełnionej osadami kredy i pelegenu-neogenu;
- **masywu świętokrzyskiego — MS** — gdzie wody występują w utworach dewońskich (trzon Gór Świętokrzyskich), permskich, triasowych, jurajskich i pelegenu-neogenu (obrzeżenie);
- **niecki lubelskiej — NL** — związane z utworami kredowymi i paleogenu-neogenu.

**Tabela 1.** Jednostki hydrogeologiczne w dorzeczu górnej Wisły, wg Kleczkowskiego (1991), zmienione  
**Table 1.** Hydrogeological units of the Upper Vistula River Basin, after Kleczkowski (1991) modified

Lp.	Symbol literowy	Jednostka hydrogeologiczna	Główne (podrzedne) poziomy wodonośne	Powierzchnia	
				km <sup>2</sup>	%
1	MK	Masyw fałdowy karpacki (orogen karpacki) z systemem czwartorzędowych dolin i kotlin	F, Q	18 490,0	39,9
2	ZP	System dolin czwartorzędowych zapadliska przedkarpackiego (zapadlisko przedkarpackie)	Q (Tr)	15 721,8	34,0
3	NG	Niecka górnośląska	D, (C <sub>1</sub> ), (C <sub>2</sub> ), (P), T <sub>1,2</sub>	2 950,3	6,4
4	MoK	Monoklina krakowska	J <sub>3</sub>	1 025,8	2,2
5	NM	Niecka miechowska	K <sub>2</sub> , Tr	3 290,8	7,1
		Niecka miechowska	K <sub>1-2</sub>		
6	MS	Masyw fałdowy świętokrzyski (orogen świętokrzyski)	D <sub>2,3</sub> , P, T <sub>1,2</sub> , J <sub>3</sub> , Tr	3 489,9	7,5
7	NL	Niecka lubelska	K <sub>2</sub> , Tr	1 339,4	2,9
Razem				46 308,0	100,0

Wyróżnione jednostki hydrogeologiczne rozprzestrzeniają się poza omawiany obszar dorzecza górnej Wisły. Prawie całkowicie mieszczą się w nim masyw karpacki i zapadlisko przedkarpackie; znacząca część niecki górnośląskiej i masywu świętokrzyskiego leżą także w tym obszarze. Pozostałe trzy jednostki występują tylko w niewielkich fragmentach, a większe ich części leżą w innych częściach dorzecza.

### 3. Charakterystyka użytkowych poziomów wodonośnych

#### 3.1. Masyw fałdowy karpacki (rys. 1)

W jednostce tej swoją odrębnością wyróżniają się dwa regiony: tatrzański i fliszowy (podhalański i Karpat Zewnętrznych).

W **regionie tatrzańskim** wysoką wodonośnością cechują się wapienie i dolomity triasu, jury i eocenu. Występują te utwory na powierzchni ok. 100 km<sup>2</sup>, z nich też wypływają stałe źródła o wydajnościach od 15 do 100 dm<sup>3</sup>/s (tzw. podregłowe, wzdłuż kontaktu z łupkami fliszowymi przedpoła) lub też wywierzysskowe, o niestajej wydajności rzędu nawet 2-3 m<sup>3</sup>/s.

W **regionie fliszowym** wody użytkowe występują głównie we fliszu piaskowcowym. Wody nasycają pory międzyziarnowe ( $n_a = 10-15\%$ ) a przepływają szczelinami ( $n_a = 1-3\%$ ). Głębokość ośrodka szczelinowego na ogół nie przekracza w dolinach strefy 25 m, dochodząc na zboczach do ok. 40 m. Lokalnie (rejon Krynicy, Soliny) wody słodkie występują w strefie do 200 m głębokości. Wydajności studni na ogół nie przekraczają 10 m<sup>3</sup>/h, przy znacznych depresjach (15-30 m), co świadczy o małej zasobności poziomu wodonośnego. W tym obszarze występują liczne źródła o niewielkich i zmiennych wydajnościach.

Największe znaczenie użytkowe w tej jednostce ma poziom czwartorzędowy związany z dolinami rzek i kotlinami. Miąższość piaszczysto-żwirowych utworów nie przekracza na ogół 15 m, powierzchnie występowania są ograniczone. Zasoby są jednak dobrze odnawialne z uwagi na kontakty z wodami powierzchniowymi oraz wysoką przepuszczalnością warstw. Wydajności studni dochodzą nawet do 50-70 m<sup>3</sup>/h przy niewielkich depresjach (3-5 m). Największymi zasobami cechują się zbiorniki wodne w kotlinach: Żywieckiej, Orawsko-Nowotarskiej, Sądeckiej oraz w okolicach Suchej, Krosna i Jasła. Wody podziemne są wykorzystywane na potrzeby lokalne, a ich zasoby są praktycznie w całości zagospodarowane.

#### 3.2. Zapadlisko przedkarpackie (rys. 1)

Podstawowe znaczenie użytkowe w tej jednostce ma czwartorzędowy poziom wodonośny związany z:

- doliną Wisły z dolnymi odcinkami Soły, Skawy, Raby, Dunajca, Wisłoki i Sanu,
- doliną środkowego Sanu,
- obniżeniem podkarpackim z odcinkami dolin Dunajca, Wisłoki i Wisłoka,
- obniżeniem podroztocckim w zlewni górnej Tanwi.

Pomiędzy tymi strukturami leżą płaskowyzę zbudowane na ogół z utworów gliniastych i lessów, praktycznie bezwodnych.

Struktury wodonośne wypełnione są osadami piasków i żwirów o miąższości do 20 m, wysokiej przepuszczalności. Studnie osiągają wydajności 20-40 m<sup>3</sup>/h (lokalnie ok. 70 m<sup>3</sup>/h) przy kilkumetrowych depresjach. Zasoby wód podziemnych są dobrze odnawialne, z uwagi na otwartość struktur oraz związki z wodami powierzchniowymi.

Mniejsze znaczenie użytkowe mają słabo rozpoznane zbiorniki wód podziemnych występujące w kopalnych strukturach: Wisły z Wisłoką, Sanu oraz na obrzeżeniach: podkarpacim, podroztocim i Kolbuszowej.

Lokalnie, znaczenie użytkowe ma także **zbiornik neogeński**, związany z piaskami bogucickimi w rejonie Biezanowa i Niepołomic (powierzchnia ok. 170 km<sup>2</sup>, głębokość do 200 m, wydajności studni: na ogół 30-40 m<sup>3</sup>/h, niekiedy 200 m<sup>3</sup>/h). Zasoby wód podziemnych o charakterze użytkowym są praktycznie w całości zagospodarowane.

### 3.3. Niecka górnośląska (rys. 1 i 2)

W dorzeczu górnej Wisły leży południowo-wschodnia część tej jednostki.

Użytkowe znaczenie mają:

- piaskowce karbonu produktywnego (górnego),
- wapienie i dolomity dolnego i środkowego triasu.

Lokalnie wyróżnia się także zbiorniki środkowo- i dolnodewońskie (wapienie, dolomity) oraz dolnokarbońskie (wapienie), których wody na ogół tworzą jeden wspólny poziom wodonośny z nadległym poziomem triasowym. Znaczenie użytkowe mają także zasoby wód podziemnych występujące w piaszczysto-żwirowych osadach czwartorzędowych w dolinach rzek: Brynica oraz Czarna i Biała Przemsza.

Warunki hydrogeologiczne, w tym i zasoby, uległy znacznemu zaburzeniu w wyniku odwadniania zakładów górniczych eksploatujących złoża węgla kamiennego oraz rud cynku i ołowiu.

**Poziom karboński** jest silnie odwodniony przez systemy drenażowe kopalń węglowych (do głębokości 500-1000 m). Do niektórych kopalń dopływa nawet 70-80 tys. m<sup>3</sup>/d (2900-3300 m<sup>3</sup>/h). Wody cechują się dużą zmiennością składu chemicznego, a w użytkowych (eksploatowanych) zbiornikach średnia mineralizacja przekracza 660 mg/dm<sup>3</sup>.

**Poziom triasowy** występuje na omawianym obszarze w regionach określanych jako:

- niecka bytomska (powierzchnia ok. 140 km<sup>2</sup> w dorzeczu górnej Wisły),
- trias olkusko-zawierciański na obszarze ok. 900 km<sup>2</sup>,
- trias chrzanowski, rozprzestrzeniający się na powierzchni ok. 320 km<sup>2</sup>.



Zbiorniki te są silnie wodonośne, cechują się dużą zasobnością i wysoką odnawialnością. Wody występują w dolomitach retu i wapienia muszlowego (poziom dolny) oraz w dolomitach kruszczośnych (wapienie i dolomity) tworzących górny poziom wodonośny. Zbiorniki występują do głębokości 400 m, pracują w nich ujęcia o znacznych wydajnościach. Są również silnie drenowane przez kopalnie rud cynkowo-olowiowych (rejon XII<sub>1A</sub> i XII<sub>1D</sub> – rys. 2) oraz węglowe, szczególnie w subregionie XII<sub>2</sub> oraz XII<sub>1B</sub> i XII<sub>1C</sub> (rys. 2). Wody triasowe zostały częściowo zdegradowane jakościowo w wyniku działalności górniczej ale likwidacja kopalń górnictwa węgla kamiennego w NE części GZW powoduje stopniowe ich wysładzanie i przywracanie cech użyteczności. Do wykorzystania gospodarczego nadają się niektóre wody pochodzące z odwodnienia górniczego zlikwidowanych kopalń. Cechują się one mineralizacją rzędu 400 - 800 mg/dm<sup>3</sup> i są zrzucane jako wody kopalniane do rzek w znacznej ilości. Do wykorzystania pozostają także wody triasowe niezagospodarowane, w zbiornikach: zawierciańsko-olkuskim (XII<sub>1A</sub>) i chrzanowskim (XII<sub>1D</sub>) (rys. 2).

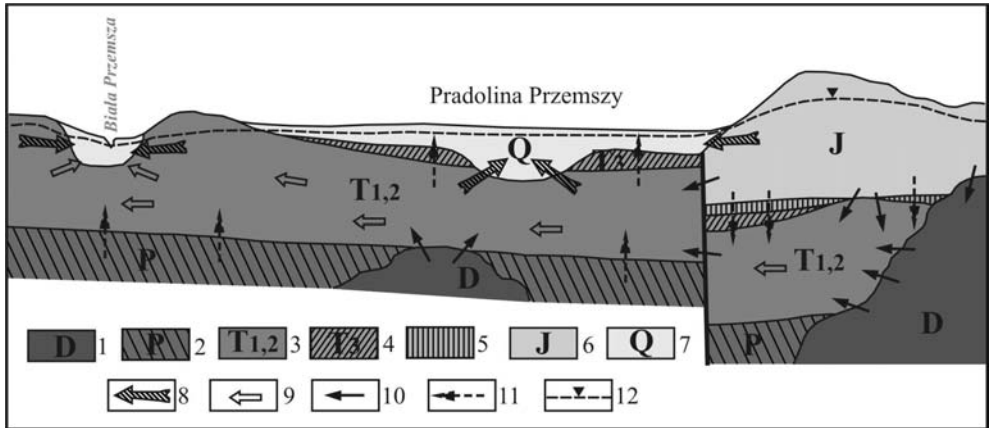


**Rysunek 2.** Regiony hydrogeologiczne w GZW wg Rózkowskiego A. i in. (1997).

Objaśnienia: granice jednostek: 1 – regiony; 2 – subregiony; 3 – reiony

**Figure 2.** Hydrogeological regions of USCB, after Rózkowski A. et al. (1997)

Schematyczny system krążenia wód triasowych i ich zasilania z wodonośnych poziomów czwartorzędowego i jurajskiego przedstawiono na rysunku 3.



**Rysunek 3.** Schematyczny przekrój hydrogeologiczny w rejonie zbiornika triasu olkuskiego wg Wilka Z. (2003), zmieniony. Objaśnienia: 1 — dewon, wodonośne skały węglanowe; 2 — perm, trudno przepuszczalne lub nieprzepuszczalne zlepieńce; 3 — trias, ret i wapień muszlowy, wodonośne skały węglanowe; 4 — kajper, nieprzepuszczalne margle; 5 — jura, nieprzepuszczalne margle; 6 — jura, wodonośne wapienie; 7 — czwartorzęd, wodonośne piaski i rumosze; 8 — łatwa wymiana wód; 9 — umiarkowanie intensywna wymiana wód; 10 — utrudniona wymiana wód; 11 — bardzo utrudniona i powolna wymiana wód; 12 — zwierciadło wód podziemnych

**Figure 3.** Hydrogeological cross-section in the region of the Olkusz Triassic aquifer, after Wilk Z. (2003), modified

W obrębie lejów depresji kopalń i ujęć (często wspólnych) zbiorniki dodatkowo zasilane są z **warstw czwartorzędowych** oraz cieków powierzchniowych. Te ostatnie są także odbiornikiem wód kopalnianych pochodzących z kopalń rud Zn-Pb oraz kopalń piasków podsadzkowych (zwykle wody czwartorzędowe).

### 3.4. Monoklina krakowska (rys. 1)

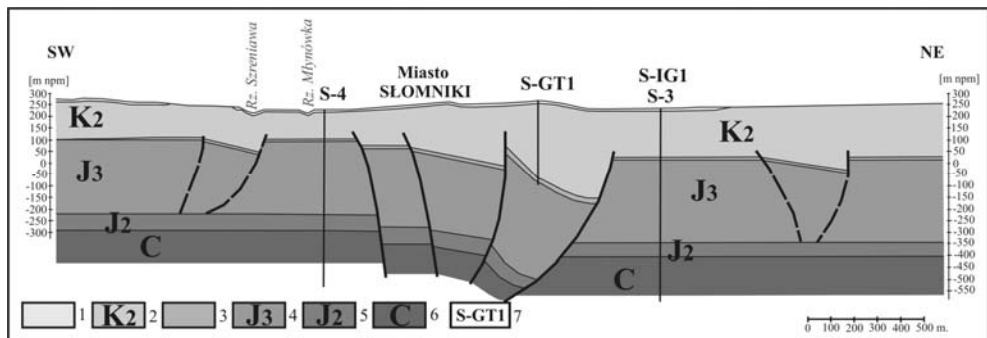
Poziom wodonośny w tej jednostce ma charakter szczelinowo-krasowy, gdyż występuje w górnourajskich wapieniach lub marglach o miąższości od 90 do 150 m. Zasoby wodne tego regionu (subregion XII<sub>3</sub> – rys. 2) są silnie zróżnicowane lokalnie, podobnie zresztą jak i wydajności studni (od 1 do 50 m<sup>3</sup>/h, przy depresjach 15-20 m). Wody podziemne wypływają często w postaci źródeł o niewielkiej wydajności. Użytkowość tego poziomu jest niewysoka i ma znaczenie lokalne. Pewne perspektywy stanowi, nierozpoznany pod względem hydrogeologicznym (zasilenie, wydajność, parametry), obszar Czernichów-Liszki.

### 3.5. Niecka miechowska (rys. 1)

Jednostkę tę wypełniają utwory kredowe zapadające w kierunku północnym od granicy doliny Wisły przykryte utworami trzeciorzędowymi i czwartorzędowymi. Użytkowe znaczenie ma poziom górnokredowy występujący w wapieniach, marglach i opokach

o miąższościach lokalnie sięgających ponad 100 m. Studnie eksploatujące ten zbiornik osiągają wydajności ponad 100 m<sup>3</sup>/h przy dość znacznych depresjach; licznie ujmowane są także źródła o znacznym, stałym wypływie. Zasobność tego zbiornika można ocenić jako średnią.

Mniejsze znaczenie użytkowe ma **dolnokredowy poziom wodonośny** (rys. 4) ukształtowany w piaskach i piaskowcach (alb i cenoman – spągowa część kredy górnej i stropowa kredy dolnej). Jest także w mniejszym stopniu eksploatowany niż poziom górnokredowy. Lokalnie wody tego poziomu kontaktują się z wodami jurajskimi monokliny krakowskiej i osłony mezozoicznej masywu świętokrzyskiego. Głębokość zalegania tego poziomu zwiększa się ku osi niecki do 800 m. Wody podziemne występujące w tych utworach, zwłaszcza w rejonach brzeżnych niecki są słabo zmineralizowane (rejon Słomnik, ok. 200-300 mg/dm<sup>3</sup>); mineralizacja wód rośnie w kierunku osi niecki i północnym osiągając wartości 600-800 mg/dm<sup>3</sup> (rejon Jędrzejowa, Potoku Małego i Wodzisławia). W wielu otworach rozpoznawczych i eksploatacyjnych, filtrowanych w utworach albu i cenomanu (piaski i piaskowce), rejestrowane były samowypływy (ciśnienia artezyjskie) z natężeniem wypływu rzędu 2–120 m<sup>3</sup>/h. Pewne perspektywy występowania wód o podobnym charakterze hydrochemicznym stwierdza się także w obszarze położonym na N od Krakowa, w rejonie Michałowice-Zielonki.



**Rysunek 4.** Przekrój geologiczny przez rejon Słomnik wg Barbackiego A.P. (2004), zmieniony. Objasnienia: 1 — Czwartorzęd (Q); 2 — Kreda górna – margle, wapień (K<sub>2</sub>); 3 — Cenoman-Alb – piaskowce; 4 — Jura górna (malm) – wapień (J<sub>3</sub>); 5 — Jura środkowa (dogger) – piaskowce (J<sub>2</sub>); 6 — Karbon – wapień, dolomity, margle, piaskowce (C)

**Figure 4.** Geological cross-section through the Słomnik region, after Barbacki A.P. (2004), modified

Nad zbiornikami kredowymi tworzą się lokalnie poziomy wodonośne w **piaskach pelegońsko-neogeońskich** (eksploatacja w rejonach Kazimierzy Wielkiej i Proszowic) lub **wapieniach litotamniowych** (rejon Buska-Zdroju, Pińczowa, Jędrzejowa). W tym ostatnim rejonie perspektywicznym wydaje się być rejon Marzęcina oraz obszary leżące na W i N od Buska Zdroju (rys. 1).

Znaczenie użytkowe ma także poziom czwartorzędowy w dolinach rzek Nidy i Nidzicy.

### 3.6. Masyw fałdowy świętokrzyski (rys. 1)

W granicach tej jednostki hydrogeologicznej występuje wiele poziomów wodonośnych:

- **staropaleozoiczny** – wody szczelinowe w utworach kambryjskich, sylurskich i dolnodewońskich,
- **dewoński** – w wapieniach dewonu środkowego i górnego,
- **permski** – utwory wapienne,
- **triasowy** – dwudzielny: piaskowcowy, dolnotriasowy oraz wapienno-dolomityczny retu i wapienia muszlowego,
- **jurajski** – wapienie,
- **paleogeńsko-neogeński**,
- **czwartorzędowy**.

Głównym poziomem użytkowym jest **zbiornik dewoński** związany z węglanowymi i skrawiałymi wapieniami i dolomitami. Rozprzestrzenia się w synklinorium Kielecko-Łagowskim trzonu paleozoicznego Gór Świętokrzyskich i kontaktuje się z czwartorzędowym poziomem wodonośnym oraz ciekami powierzchniowymi. Miąższość zbiornika szacuje się na ok. 200 m (strefa aktywnej wymiany wód). Studnie osiągają wydajności przekraczające kilkaset m<sup>3</sup>/h. Poziom ten jest intensywnie eksploatowany, w niektórych częściach synklin także odwadniany górniczo.

Użytkowym poziomem wodonośnym w osłonie mezozoicznej jest **zbiornik triasowy**, zwłaszcza związany z utworami pstrego piaskowca (piaskowce, zlepieńce). Zasoby tego zbiornika są niewielkie i praktycznie w całości zagospodarowane na potrzeby aglomeracji kieleckiej.

Na północ i wschód od Sandomierza oraz na południowym krańcu MŚ rozprzestrzeniają się lokalne **zbiorniki wód paleogeńsko-neogeńskich**. Z wapieni litotamniowych wypływają źródła o różnej wydajności.

### 3.7. Niecka lubelska (rys. 1)

Na tym niewielkim obszarze, w granicach górnej Wisły, występują:

- **poziom kredowy**, węglanowy,
- **poziom paleogeńsko-neogeński**, który występuje płatowo.

Użytkowe znaczenie ma **poziom kredowy**, w którym najkorzystniejsze warunki występują na głębokościach od 25 do 75 m. Wydajności studni dochodzą do 100 m<sup>3</sup>/h.

Z **utworów paleogeńsko-neogeńskich** (wapienie litotamniowe, piaskowce i piaski) wypływają źródła, a płatowo występujące zbiorniki są lokalnie wykorzystywane. Wydajności studni sięgają 300 m<sup>3</sup>/h, wypływy źródeł dochodzą do 200 dm<sup>3</sup>/s.

Wody podziemne w tym regionie są praktycznie zagospodarowane.

#### 4. Regionalne zasoby dyspozycyjne wód podziemnych

Wielkość zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych w dorzeczu górnej Wisły Kleczkowski (1991) ocenia łącznie na 25,79 m<sup>3</sup>/s, czyli 0,814 km<sup>3</sup>/a (tab. 2). Ta ilość stanowi ok. 6,5% wielkości zasobów dyspozycyjnych Polski szacowanych na 12,7 km<sup>3</sup>/a (wg Kleczkowski A.S., 1991) lub jeszcze mniej, gdy przyjmie się wielkość tych ostatnich za Paczyńskim Z. (Atlas, 1993, 1995) na poziomie (15±3) km<sup>3</sup>/a.

**Tabela 2.** Regionalne zasoby dyspozycyjne wód podziemnych zbiorników użytkowych, wg Kleczkowskiego A.S. (1991), zmienione

**Table 2.** Regional available resources of usable aquifers, after Kleczkowski A.S. (1991), modified

Symbole jednostek hydrogeologicznych	Symbole poziomów wodonośnych	Powierzchnia km <sup>2</sup>	Wskaźnik zasobów regionalnych l/s · km <sup>2</sup>	Powierzchnia poziomów wodonośnych km <sup>2</sup>	Zasoby l/s	Potencjalna wydajność ujęć m <sup>3</sup> /d
MK	F, Q, (T)	18 490,0	0,10	(T) – 100	1 849	20-200 (F)
ZP	Q, (Tr)	15 721,8	0,45	(Tr) – 170	7 070	5 000-15 000(Q)
NG	C <sub>2</sub> , T <sub>1,2</sub> , Q	2 950,3	0,70-1,60	C <sub>2</sub> , Q – 1 540,0 T <sub>1,2</sub> – 1 410,3	1 080-2 260	do 80 000 (T <sub>1,2</sub> )
MoK	J <sub>3</sub>	1 025,3	1,20		1 260	1 000-2 000
NM	K <sub>2</sub> , Tr, K <sub>1-2</sub> (alb + cenoman)	3 290,8	1,40		4 600	do 20 000 (K <sub>2</sub> ) do 28 000 (K <sub>1-2</sub> )
MS	D <sub>2,3</sub> , T <sub>1,2</sub> , J <sub>3</sub>	3 489,9	1,4-2,00	C <sub>m</sub> – D, D <sub>2,3</sub> – 600, Tr – 1 989,9 T <sub>1,2</sub> , J <sub>3</sub> , Tr – 1 500	2 790-3 000	do 40 000 (D <sub>2,3</sub> )
NL	K <sub>2</sub> , Tr	1 339,4	1,40		1 880	do 20 000 (K <sub>2</sub> )
Razem		46 308,0			25 789	

Odnosząc te wielkości do powierzchni, na których występują, należy stwierdzić, że zasobność wodna (wody podziemne) jest ok. 2,5 razy mniejsza niż średnia zasobność kraju.

Najwyższą zasobnością, a tym samym i znaczną wydajnością, cechują się triasowe zbiorniki wód podziemnych w niecce górnośląskiej.

Duże wydajności można uzyskiwać także z poziomów dewońskiego w masywie świętokrzyskim i triasowego w tatrzańskim regionie masywu karpackiego.

Średnią wydajnością cechują się zbiorniki kredowe niecki miechowskiej i monokliny krakowskiej. Ocenia się jednak, że zasoby wód podziemnych w części niecki miechowskiej, gdzie występują warstwy piasków i piaskowców (alb i cenoman) mogą cechować się znacznie wyższymi wartościami, niż dotąd rejestrowane w studniach ujmujących wody z utworów górnokredowych. Średnią wydajnością cechują się także poziomy czwartorzędowe występujące w dolinach rzecznych zapadliska przedkarpackiego i masywu karpackiego.

Niską wydajnością cechują się pozostałe zbiorniki masywu karpackiego oraz odwadniane górniczo zbiorniki karbońskie i czwartorzędowe niecki górnośląskiej oraz staropaleozoiczne, permskie i jurajskie masywu świętokrzyskiego.

Na około 10% powierzchni dorzecza górnej Wisły warunki hydrogeologiczne są wyjątkowo niekorzystne i obszary te cechują się praktycznie brakiem zasobów słodkich wód podziemnych.

## 5. Cechy chemiczne wód podziemnych

W tabeli 3, za Kleczkowskim A.S. (1991) zostały przytoczone główne cechy chemiczne słodkich wód podziemnych występujących w dorzeczu górnej Wisły.

**Tabela 3.** Główne cechy chemiczne słodkich wód podziemnych w użytkowych zbiornikach wodonośnych, wg Kleczkowskiego (1991)

**Table 3.** Main chemical characteristics of sweet groundwater in the usable water-bearing reservoirs, after Kleczkowski (1991)

Nazwa poziomu – jego symbol (symbol jednostki hydrogeologicznej wg tab. 1)	Mineralizacja g/l	Typ chemiczny	Fe
Dewoński – D <sub>2,3</sub> (MS)	0,3 – 0,6	HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg	–
Karboński – C <sub>2</sub> (NG)	0,2 – 0,9	HCO <sub>3</sub> -Ca HCO <sub>3</sub> -Ca-SO <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> -Na-Ca	+
Triasowy – T <sub>1</sub> (NG)	0,2 – 1,0	HCO <sub>3</sub> -Ca-SO <sub>4</sub> -Mg HCO <sub>3</sub> -Ca-SO <sub>4</sub>	+
Triasowy – T <sub>2</sub> (NG)	0,2 – 1,0	HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg-SO <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> -Ca-SO <sub>4</sub> -Mg	+
Jurajski – J <sub>3</sub> (MoK)	0,2 – 0,7	HCO <sub>3</sub> -Ca HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg	–
Kredowy – K <sub>1,2</sub> (NM)	0,3 – 0,7		
Kredowy – K <sub>2</sub> (NM)	0,3 – 0,4 (0,7)	HCO <sub>3</sub> -Ca HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg (HCO <sub>3</sub> -Ca-Na)	+
Peleogeńsko-neogeński – Tr — wapień litotamniowe	0,2 – 0,5	HCO <sub>3</sub> -Ca	–
Peleogeńsko-neogeński – Tr — piaski	0,3 – 0,7	HCO <sub>3</sub> -Ca	–
Peleogeńsko-neogeńsko-kredowy, fliszowy –F (MK)	0,3 – 0,6 (1,0)	HCO <sub>3</sub> -Ca, HCO <sub>3</sub> -Na HCO <sub>3</sub> -Ca-Na-Mg HCO <sub>3</sub> -Cl-Na, wielojonowe	+
Czwartorzędowy – Q (ZP)	(0,1) – 0,3 – 0,6	HCO <sub>3</sub> -Ca HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg	+
Czwartorzędowy Q (MK)	0,1 – 0,5	HCO <sub>3</sub> -Ca HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg	+

Dla ich scharakteryzowania posłużono się głównymi cechami podając mineralizację i typ chemiczny wody. Dodatkowo wskazano obecność jonu żelaza w ilościach odniesionych do wymagań stawianych wodzie pitnej.

Zasięg głębokościowy występowania wód słodkich w dorzeczu jest silnie zróżnicowany. W masywie karpackim występują one do głębokości ok. 150 m (wyjątkowo do 400 m), w zapadlisku podkarpackim do ok. 100 m (doliny kopalne). W niecce górnośląskiej granica występowania została obniżona (odwadnianie górnicze) do ok. 800 m. W związku z zatapianiem kopalń zwierciadło wód zaczyna się na powrót podnosić i proces ten będzie się nadal rozwijał wraz z postępującym wysładzaniem wód. Na monoklinie krakowskiej wody słodkie występują do ok. 150 m, a w masywie świętokrzyskim do prawie 600 m ppt. Głęboko występują wody słodkie w nieckach miechowskiej i lubelskiej (od ok. 400 do 1000 m). Jedynie w południowej części niecki Miechowskiej (rejon Słomnik, Michałowice, Zielonek) wody zwykle występują na mniejszych głębokościach (od ok. 130 do 310 m). Na podobnych głębokościach, a nawet płycej (poniżej 100 m) mogą występować także te wody w rejonie leżącym na W i N od Buska Zdroju.

## 6. Zagrożenie i ochrona wód podziemnych

Zagrożenie wód podziemnych polega na uszczupleniu i zubożeniu ich zasobów oraz na degradacji jakości wód użytkowych.

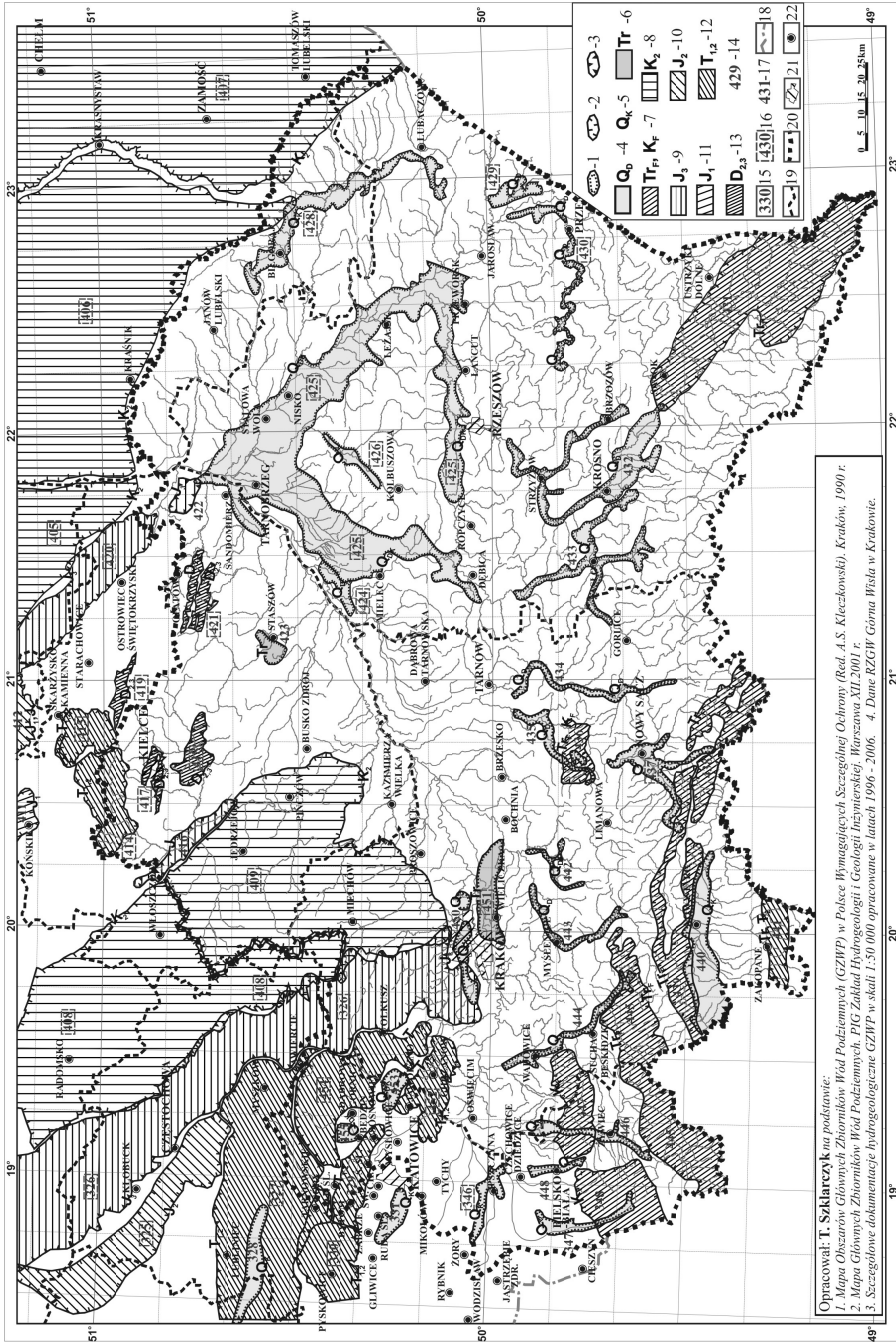
Najbardziej zagrożonymi ze względu na zasoby i intensywność eksploatacji są:

- poziom dewoński w masywie świętokrzyskim,
- poziomy mezozoiczne w osłonie tegoż masywu,
- poziomy triasowe odwadniane górniczo w rejonie Olkusza i Chrzanowa.

Pośrednio lub bezpośrednio w obszarach eksploatacji górniczej powstaje także zagrożenie zubożenia zasobów i w innych poziomach wodonośnych o mniejszym znaczeniu użytkowym.

W ramach działań zmierzających do poprawy ilościowego i jakościowego stanu zasobów wód podziemnych w latach 1985-90 zrealizowano program badawczy zmierzający do wyznaczenia Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) i obszarów ochronnych (ONO i OWO) o zróżnicowanym stopniu profilaktyki (rys. 5). Program ten jest kontynuowany i wdrażany poprzez wyznaczenie obszarów ochronnych ONO i OWO. W dorzeczu górnej Wisły obszary takie są wyznaczone dla wszystkich 14 GZWP leżących w byłych województwach katowickim i bielskim, czyli w obszarze gospodarowania wodą przez RZGW w Gliwicach. W granicach RZGW Kraków (32 GZWP) prace w tym zakresie zostały zrealizowane w znacznie mniejszym stopniu. Nie podjęto prac dla 7 pozostałych GZWP leżących w granicach obydwu RZGW.

Podobnie wygląda stopień realizacji programu monitoringu regionalnego wód podziemnych w dorzeczu górnej Wisły (Kleczkowski i in., 1995). Sieć ta została stworzona w latach 1991-94 i obejmowała 172 punkty obserwacji stanów i opróbowania wód podziemnych (121 studnie wiercone, 5 piezometrów, 3 studnie kopane, 43 źródła).



Rysunek 5. Mapa GZWP na obszarze RZGW Górna Wisła  
 Figure 5. Map of MGWB in the area of RWMB upper Vistula



**Objaśnienia do rysunku 5:** *Granice wydzielonych GZWP w ośrodkach:* 1 — porowym; 2 — szczelinowym i szczelinowo-porowym; 3 — szczelinowo-krasowym; *Wiek i typ GZWP:* zbiorniki w czwartorzędzie: 4 — dolin; 5 — dolin kopalnych; 6 — zbiorniki w paleogeno-neogene; 7 — zbiorniki we fliszu karpackim; 8 — zbiorniki w kredzie górnej; zbiorniki w jurze: 9 — górnej; 10 — środkowej; 11 — dolnej; 12 — zbiorniki w triasie środkowym i dolnym; 13 — zbiorniki w dewonie środkowym i górnym; *Rodzaj ocenionych zasobów dla wydzielonych GZWP:* 14 — numer wydzielonego GZWP; 15 — zbiorniki z zatwierdzonymi zasobami dyspozycyjnymi; 16 — zbiorniki z szacunkowymi zasobami dyspozycyjnymi; 17 — zbiorniki z zasobami odnawialnymi; *Inne oznaczenia:* 18 — granica państwa; 19 — granice województwa; 20 — granica RZGW w Krakowie; miasta: 21 — wojewódzkie, 22 — powiatowe.

W obszarze tego dorzecza monitorowanych jest także 157 punktów sieci krajowej Państwowego Instytutu Geologicznego (71 studni eksploatacyjnych, 44 studnie kopane i 42 źródła).

Łączne zagęszczenie sieci monitoringu wód podziemnych w obszarze dorzecza górnej Wisły wynosi 1 pkt na 147 km<sup>2</sup> (329 punktów na ponad 48 tys. km<sup>2</sup>).

Program ten nie jest w pełni realizowany. W granicach RZGW Gliwice regionalny monitoring wód podziemnych jest eksploatowany zgodnie ze zmiennymi harmonogramami częstotliwości opróbowań. Niestety nie można tego samego odnieść do obszaru oddziaływania RZGW Kraków, w granicach którego eksploatowana jest tylko część RMWP w niektórych byłych (np. kieleckie) i obecnych (świętokrzyskie) województwach.

Eksploatowana natomiast jest sieć krajowego monitoringu wód podziemnych przez Państwowy Instytut Geologiczny, ale z częstotliwością opróbowań 1 lub 2 razy w roku i ze znacznie mniejszą reprezentatywnością punktów.

Wyniki monitoringu wód podziemnych w dorzeczu górnej Wisły (Kleczkowski i in., 1995) wskazują, że są to wody dobrej jakości (aktualnie I do III klasy jakości w ok. 74%, o niezadowolającej zaś ok. 13% wód jest o złym stanie chemicznym – kl. V).

## 7. Podsumowanie

Reasumując przedstawione w ocenie możliwości zasobowe wód podziemnych należy stwierdzić, że w dorzeczu górnej Wisły występują zbiorniki, w granicach których (po szczegółowym przebadaniu dynamiki i składu chemicznego) mogłyby być eksploatowane wody zwykle, przeznaczone do konsumpcji.

Biorąc pod uwagę warunki hydrogeologiczne, w tym potencjalne zasoby wód podziemnych, oraz uwarunkowania logistyczne (bliskość arterii komunikacyjnych) za najbardziej perspektywiczne zbiorniki (jednostki hydrogeologiczne) należy uznać:

- **zbiornik dolnokredowy** (spągowa część utworów górnokredowych – piaski ceno-manu i stropowa część utworów dolnokredowych — piaskowce albu) w południowej części Niecki Miechowskiej (NM w tab. 1 i na rys. 1 i 5); wg naszej oceny, możliwości eksploatacyjne występują także w rejonie Zielonki–Michałowice oraz w rejonie Słomnik (samowypływy i znaczące dopływy wód do otworów) i na większych głębokościach (600–700 m p.p.t.) w rejonie Jędrzejowa i Miechowa;

- **zbiorniki triasowe** (rys. 2 i 5) w rejonie Chrzanowa i Trzebini, w rejonie Olkusza a także w NE części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, w obszarach po zlikwidowanych kopalniach węgla kamiennego. Z istniejących systemów odwadniających zlikwidowane kopalnie można pozyskać znaczne ilości wód triasowych dobrej jakości;
- **zbiorniki jurajskie** monokliny Krakowskiej (rys. 1) leżące na W od Krakowa (rejon Czernichów, Liszki) oraz w obszarze między Olkuszem a Wolbromiem (rys. 2);
- **zbiornik kredowy** w rejonie Buska (Region Nidziański – rys. 1), w okolicach Marzęcina.

W tabeli 2 przedstawione zostały charakterystyki ilościowe dotyczące wielkości zasobów dyspozycyjnych w wydzielonych jednostkach hydrogeologicznych i możliwości eksploatacyjne potencjalnych ujęć, zaś w tabeli 3 podane zostały mineralizacja i typy chemiczne wód.

Te dane należy traktować jako orientacyjne, wymagające weryfikacji w wybranych rejonach, dla których należałoby wystąpić o wykonanie projektu prac i badań wiertniczych, geologicznych i hydrogeologicznych dla udokumentowania wielkości zasobów eksploatacyjnych ujęć wód (studni). Przed przystąpieniem do sporządzania projektu prac geologicznych należy sprecyzować oczekiwane ilości wody i ich jakości, ze szczególnym określeniem typu hydrochemicznego wody.

## Literatura

- Atlas, 1993, 1995: *Atlas hydrogeologiczny Polski – cz. I*, 1993; *cz. II*, 1995; red. A. Paczyński B., PIG, Warszawa.
- Barbacki A.P., 2004: *Zbiornik wód geotermalnych Niecki Miechowskiej i środkowej części Zapadliska Przedkarpackiego*. Wyd. IGSMiE. Studia, rozprawy, monografie. Nr 125, Kraków.
- Kleczkowski A.S. (red.), 1991: *Wody podziemne*. W: *Dorzecze górnej Wisły*. Cz. I. [red. Dynowska I., Maciejewski M.], PWN, Warszawa-Kraków.
- Kleczkowski A.S., Szczepańska J., Witczak S., Rózkowski A., Witkowski A., 1995: *Regionalny monitoring jakości wód podziemnych (RMWP) w zlewni górnej Wisły - zagadnienia metodyczne*. W: *Współczesne problemy hydrogeologii*. [red. Szczepański A.], T. VII, cz.1, Kraków-Krynica.
- Mapa, 1990: *Mapa obszarów GZWP w Polsce wymagających szczególnej ochrony* – Kleczkowski A.S. (red.), 1990; IHiGI AGH, Kraków.
- Rózkowski A., Chmura A., Siemiński A. (red.), 1997: *Użytkowe wody podziemne Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i jego obrzeżenia*. Prace PIG nr CLIX, Warszawa.
- Szczepański A., 2001: *Wody podziemne w dorzeczu górnej Wisły, zasoby i ich ochrona*. [W:] Monografia „O czym mówią rzeki górnej Wisły w 2000 roku”. Monografia IiIGW Politechniki Krakowskiej, Kraków.
- Wilk Z., 2003: W: *Hydrogeologia polskich złóż kopalni i problemy wodne górnictwa* (red. Z. Wilk, T. Bocheńska), Kraków.