Damian PIETRZAK[1]
Klaudia KORZEC[1]
Tadeusz SZKLARCZYK[1]

Technika Poszukiwań Geologicznych
Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 1/2017

OCENA STANU CHEMICZNEGO WÓD PODZIEMNYCH W ZLEWNI POTOKU ŁUKOWICA

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono wyniki badań zrealizowanych na potrzeby oceny stanu chemicznego wód podziemnych na terenie zlewni potoku Łukowica, położonego w gminie Łukowica. Badania te obejmowały pobór próbek wód podziemnych i analizę fizykochemiczną. Analizy chemiczne zostały zweryfikowane poprzez obliczenie błędu analizy na podstawie bilansu jonowego. Oceny stanu chemicznego dokonano na podstawie tych danych, zgodnie z polskimi uregulowaniami prawnymi (RMŚ 2015), zarówno w ujęciu punktowym, jak i obszarowym.

Wyniki badań wskazują, iż stan chemiczny wód podziemnych zlewni potoku Łukowica można uznać za dobry w ujęciu obszarowym. Ocena stanu chemicznego w ujęciu punktowym wykazała przekroczenie wartości progowych dla dobrego stanu w jednym punkcie pomiarowym.

SŁOWA KLUCZOWE

Wody podziemne, stan chemiczny, zlewnia Łukowicy

* * *

WPROWADZENIE

Wszystkie kraje Unii Europejskiej, w tym także Polska, zobligowane są do przestrzegania zapisów Ramowej Dyrektywy Wodnej ustanowionej przez Parlament Europejski w 2000 r. i zaktualizowanej w 2009 r. (RDW 2000). Zobowiązuje ona kraje członkowskie do ustanowienia dwóch programów monitoringu wód podziemnych: stanu ilościowego i stanu chemicznego, którym powinny być objęte wszystkie jednolite części wód podziemnych (JCWPd) dostarczające powyżej 100 m^3 wody/dobę. Wynik oceny stanu ilościowego i che-

[1] AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; e-mail: dpietrza@student.agh.edu.pl

micznego wód podziemnych jest podstawą do opracowania programów działań, mających prowadzić do ochrony JCWPd, poprzez wykrycie znaczących i utrzymujących się trendów wzrostu stężeń zanieczyszczeń spowodowanych oddziaływaniami antropogenicznymi oraz ustalenie wpływu stanu JCWPd na obszary chronione bezpośrednio zależne od wód podziemnych. Polska zobowiązana jest również do przestrzegania Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady z 12 grudnia 2006 r. w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu (DWP 2006).

W Polsce zobowiązania RDW (2000) w zakresie oceny stanu ilościowego i chemicznego reguluje rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (RMŚ 2015). Rozporządzenie to określa kryteria i sposób oceny stanu wód podziemnych JCWPd, w tym klasyfikację elementów fizykochemicznych, obejmującą wartości graniczne 55 elementów fizykochemicznych dla 5 klas jakości wód podziemnych. Zgodnie z rozporządzeniem oceny stanu chemicznego wód podziemnych dokonuje się w odniesieniu do punktu pomiarowego (ocena w ujęciu punktowym) lub jednolitej części wód podziemnych (ocena w ujęciu obszarowym).

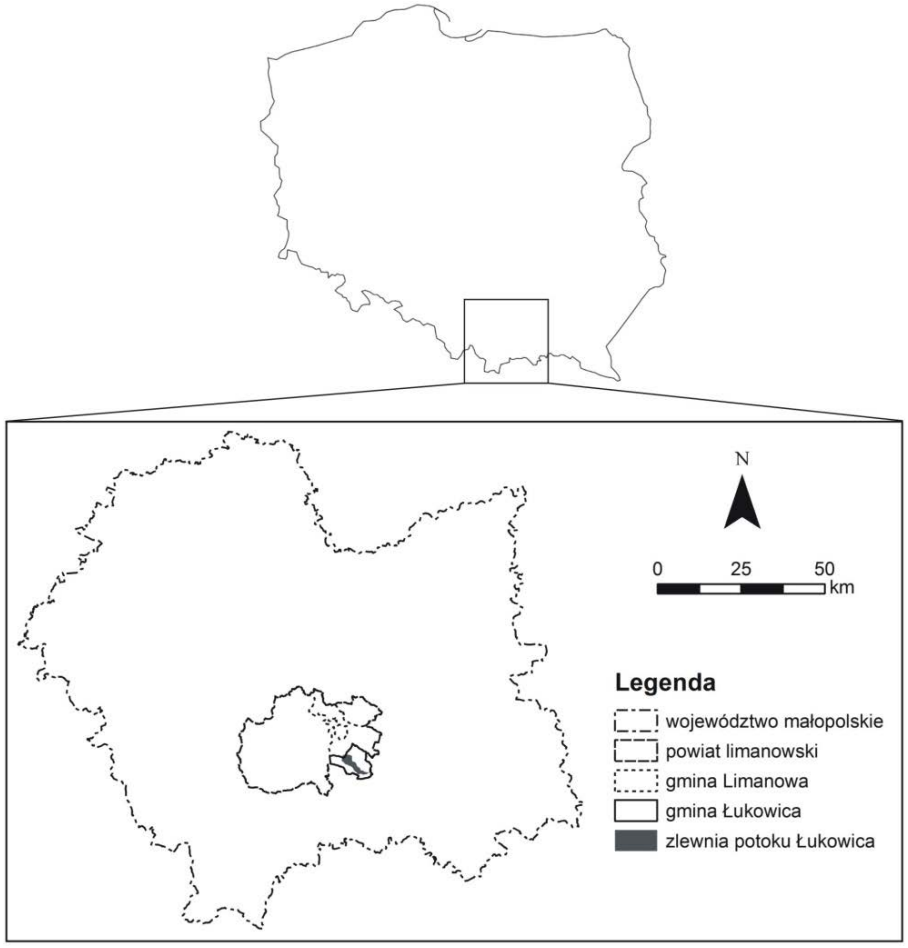
Ocenę stan chemicznego w ujęciu punktowym określa się poprzez porównanie wartości stężeń badanych elementów fizykochemicznych z wartościami granicznymi dla poszczególnych klas jakości wód podziemnych, zawartymi w rozporządzeniu. Oceny stanu chemicznego w ujęciu obszarowym dokonuje się poprzez zestawienie wartości średnich arytmetycznych stężeń badanych elementów fizykochemicznych w reprezentatywnych dla danej JCWPd punktach pomiarowych, z wartościami granicznymi dla poszczególnych klas jakości wód podziemnych (RMŚ 2015).

Według rozporządzenia I, II oraz III klasa jakości wód podziemnych oznaczają dobry stan chemiczny, natomiast klasa IV i V oznaczają słaby stan chemiczny. Stąd, jeśli wartości badanych elementów fizykochemicznych w poszczególnych punktach pomiarowych lub średnia arytmetyczna stężeń z kilku punktów, nie przekraczają wartości progowych, czyli wartości granicznych dla III klasy jakości, stan chemiczny takich wód można uznać za dobry (RMŚ 2015).

W artykule przedstawiono ocenę stanu chemicznego wód zlewni potoku Łukowica na podstawie wyników badań monitoringowych przeprowadzonych we wrześniu 2015 r. Ocena stanu chemicznego małych zlewni rzek i potoków górskich szeroko omawiana jest w literaturze (Stach-Kalarus 2008; Szczepańska i in. 2009; Szklarczyk i in. 2011; Kmiecik i in. 2013; Dendys 2013; Korzec, Dendys 2014; Dembska-Sięka, Zdechlik 2014).

1. CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ

Obszar badań stanowi zlewnia potoku Łukowica, która pod względem administracyjnym położona jest w województwie małopolskim, powiecie limanowskim, w większości na obszarze gminy Łukowica (rys. 1). Jedynie obszar źródłowy znajduje się na terenie gminy Limanowa. Omawiana zlewnia obejmuje cztery miejscowości: Siekierczyna, Roztoka, Łu-

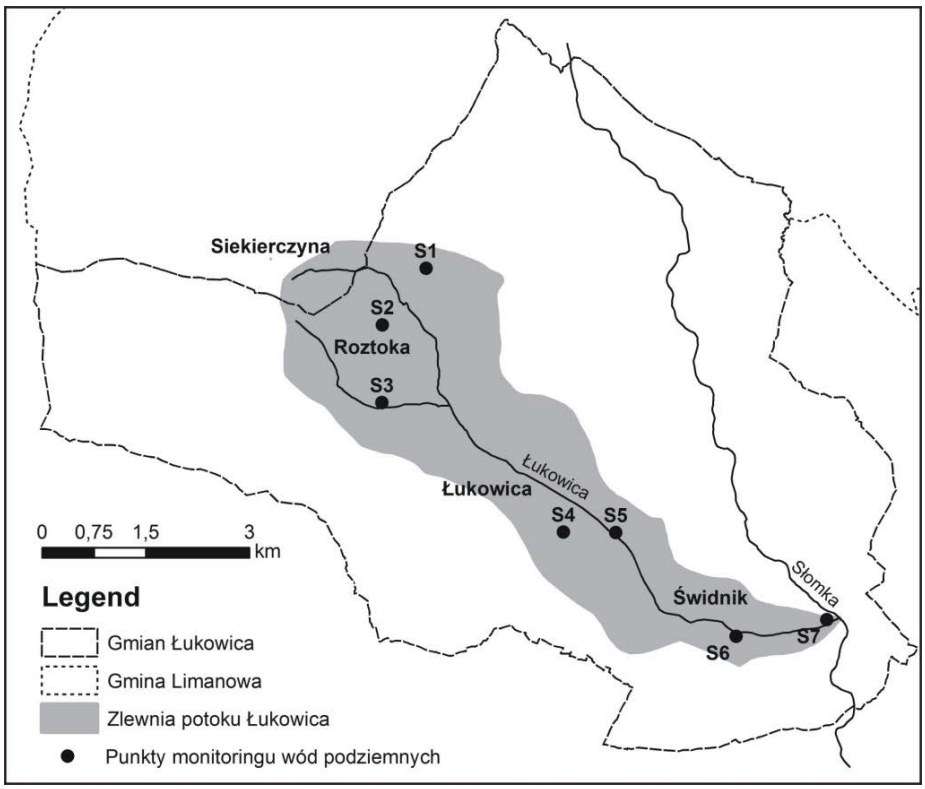


Rys. 1. Lokalizacja obszaru badań

Fig. 1. Location of the research area

kowica oraz Świdnik, a jej powierzchnia wynosi 16,05 km^2. Pod względem fizjograficznym badany teren leży na obszarze megaregionu – Region Karpat (5), prowincji Karpaty Zachodnie z Podkarpaciem Zachodnim i Północnym (51), w obrębie podprowincji Zewnętrznych Karpat Zachodnich (513), makroregionu Beskidów Zachodnich (513.4). Jednostką najniższego rzędu w obrębie Beskidów Zachodnich, która w całości obejmuje badaną zlewnię jest mezoregion Beskidu Wyspowego (Kondracki 2002).

Potok Łukowica jest górskim potokiem, którego źródła zlokalizowane są w Siekierczynie na wysokości około 770 m n.p.m. W Świdniku potok ten uchodzi do rzeki Słomka, będącej lewobrzeżnym dopływem Dunajca. Rzędna ujścia to około 380 m n.p.m (rys. 2).



Rys. 2. Lokalizacja obszaru badań i punktów monitoringowych

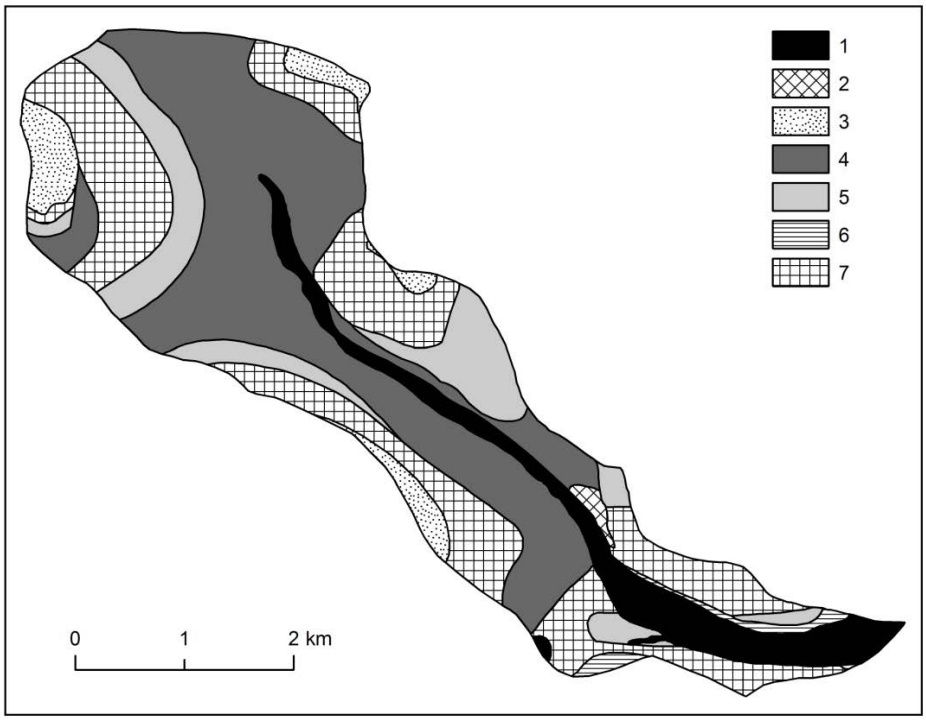
Fig. 2. Location of the research area and monitoring points

2. BUDOWA GEOLOGICZNA

Pod względem geologicznym zlewnia Łukowicy znajduje się w centralnej części Karpat Zewnętrznych, które budują głównie utwory fliszowe (Paul 1980; Oszczypko, Wójcik 1989b).

Część północno-zachodnia omawianej zlewni, czyli obszar źródłowy potoku Łukowica, zbudowany jest z piaskowców gruboławicowych (warstwy magurskie), piaskowców cienkoławicowych i łupków (warstwy belowskie), łupków, piaskowców i margli (warstwy zembrzyckie), a także z piaskowców glaukonitowych i rogowców z nieciągłą wkładką łupków czerwonych w stropie (warstwy łąckie). Lokalnie odsłaniają się paleogeńskie łupki pstre. Północno-wschodnia i centralna część omawianej zlewni zbudowana jest głównie z łupków pstrych wieku paleogeńskiego. W centralnej części zlewni występują pozostałości po dawnym korycie Łukowicy wypełnione czwartorzędowymi żwirami i głazami rzecznymi, a także piaskami, glinami i iłami tarasów erozyjno-akumulacyjnych. Utwory te kontynuują się aż do ujścia potoku do Słomki. Po obu stronach zlewni, od górnego aż do dolnego biegu

Łukowicy ciągną się piaskowce glaukonitowe, margle, łupki i rogowce (warstwy łąckie) wieku paleogeńskiego, z lokalnie odsłaniającymi się paleogeńskimi piaskowcami gruboławicowymi (warstwy magurskie). W południowej części badanego obszaru, w pobliżu koryta potoku odsłaniają się czwartorzędowe gliny, gliny lessopodobne oraz mułki i piaski różnej genezy, a także osady koluwialne, również czwartorzędowe. W korycie potoku Łukowica oraz w korytach jego dopływów znajdują się głównie czwartorzędowe mułki, piaski i żwiry rzeczne (Paul 1980; Oszczypko, Wójcik 1989b) (rys. 3).



Rys. 3. Budowa geologiczna zlewni potoku Łukowica – opracowanie własne na podstawie SMGP (Paul 1978; Oszczypko, Wójcik 1989a)
Objaśnienia: Czwartorzęd: 1 – żwiry i głazy rzeczne, piaski, gliny i iły, 2 – osady koluwialne; Paleogen: 3 – piaskowce gruboławicowe, 4 – łupki pstre, 5 – piaskowce cienkoławicowe i łupki, 6 – gliny, mułki i piaski różnej genezy, 7 – piaskowce, margle i łupki

Fig. 3. Geological structure of the Łukowica catchment area – own study based on SMGP (Paul 1980a; Oszczypko, Wójcik 1989a)
Explanations: Quaternary: 1 – gravel and river boulders, sands, clay and silts, 2 – colluvium; Palaeogene: 3 – thick-bedded sandstones, 4 – speckled slate, 5 – thinly-bedded sandstones and shales, 6 – clays, silts and sands of various origins, 7 – sandstones , marls and shales

3. WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Zgodnie z regionalnym podziałem wód podziemnych Paczyńskiego omawiana zlewnia znajduje się w całości na obszarze regionu karpackiego (XV), subregionu (XV_2) Karpat zewnętrznych (Paczyński, Sadurski, red. 2007). Według klasyfikacji Kleczkowskiego badana zlewnia należy do prowincji hydrogeologicznej górskiej, gdzie główne struktury hydrogeologiczne tworzą paleogeńskie utwory fliszowe oraz piaszczysto-żwirowe utwory czwartorzędowe występujące w dolinach rzecznych (Kleczkowski, red. 1990). Warunki hydrogeologiczne zlewni potoku Łukowica determinuje budowa geologiczna oraz ukształtowanie terenu.

Na terenie zlewni potoku Łukowica użytkowe piętra wodonośne występują w utworach paleogeńskich oraz czwartorzędowych. Utwory czwartorzędowe tworzą zbiornik porowy, a fliszowe utwory paleogeńskie zbiornik szczelinowo-porowy. Oba poziomy pozostają ze sobą w łączności hydraulicznej (Paczyński, Sadurski, red. 2007). Główne znaczenie na tym terenie ma poziom zlokalizowany w utworach fliszowych, a strefa aktywnej wymiany wód sięga do głębokości około 100–150 m p.p.t. (Chowaniec, Witek 1997).

Na większości obszaru zwierciadło płytkich wód gruntowych ma charakter swobodny i występuje na głębokości ponad 2 m p.p.t. Wody podziemne zasilane są na drodze infiltracji opadów atmosferycznych (Paul 1980).

4. METODYKA BADAŃ

W celu określenia stanu chemicznego zlewni potoku Łukowica we wrześniu 2015 r. przeprowadzono badania terenowe i laboratoryjne. W tym celu wykonano zdjęcie hydrogeologiczne obszaru badań oraz pobrano jednorazowo próbki wód podziemnych z siedmiu punktów pomiarowych, użytkowych studni kopanych, o znacznej głębokości. Studnie te zlokalizowane są na zboczach gór, w istotnej odległości od doliny potoku, ujmują paleogeńskie (fliszowe) piętro wodonośne (rys. 2).

Wyznaczono również wskaźnik reprezentatywności sieci monitoringowej, który wyniósł 55,4%. Przyjmuje się, że sieć monitoringowa jest reprezentatywna, gdy wartość wskaźnika reprezentatywności przekracza 80%. W tym przypadku badana sieć nie jest reprezentatywna. Spowodowane jest to małą powierzchnią zlewni (16,05 km^2) oraz niewielką ilością punktów pomiarowych, przez co odległości pomiędzy poszczególnymi punktami są zbyt duże.

W każdym punkcie pobrano dwie próbki wody, jedną do butelki o pojemności 250 ml oraz drugą filtrowaną o pojemności 50 ml. W tym celu wykorzystano filtr membranowy o średnicy porów 0,45 μm, a próbkę utrwalono zakwaszając ją kwasem azotowym (V) do pH 1–2 (dodając 1 ml kwasu na 100 ml wody). Próbka niefiltrowana nie była zakwaszana i wykorzystana została na potrzeby oznaczenia HCO_3 i Cl metodą miareczkowania oraz związków azotowych z wykorzystaniem spektrofotometru DR 2800 firmy HACH Lange. Następnie wszystkie próbki zostały niezwłocznie przetransportowano do laboratorium zgodnie z zalecanymi procedurami (ISO 2005; Witczak i in. 2013; Zdechlik i in. 2013).

Próbki wody poddano analizie fizykochemicznej w Akredytowanym Laboratorium Hydrogeochemicznym Katedry Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie (Certyfikat Akredytacji AB 1050). W tabeli 1 przedstawiono metody oznaczeń wskaźników chemicznych użyte w wykonanych analizach.

Tabela 1

Metodyka analiz fizykochemicznych

Table 1

Methods of physical and chemical analyzes

Wskaźnik	Metoda oznaczeń
Stężenie pierwiastków [mg/dm^3]: Ag, Al, As, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Ga, Mo, Ni, P, Pb, Rb, Sb, Se, Sn, Tl, U, V, W, Y.	Metoda spektrometrii mas z jonizacją w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-MS). Procedura badawcza PB-01, wydanie 3 z dnia 04.05.2010 r. PN-EN ISO 17294-2:2006
Stężenie pierwiastków [mg/dm^3]: B, Ba, Ca, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, S*, Si, Sr, Zn.	Metoda emisyjnej spektrometrii absorpcyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES). PN-EN ISO 11885:2009.
Stężenia związków azotowych (azotyny, azotany)	Oznaczone z wykorzystaniem spektrofotometru DR 2800 firmy HACH Lange. Metoda badawcza Hach 8039 i 8507
Zasadowość	Metoda miareczkowa. PN-EN ISO 99631:2001+Ap1:2004
Stężenie chlorków	Metoda miareczkowa. PN-ISO 9297:1994
pH	Metoda potencjometryczna. PN-EN ISO 10523:2012
Przewodność elektrolityczna właściwa γ_{25}	Metoda konduktometryczna. PN-EN 27888:1999

* Stężenie jonu SO_4 obliczono na podstawie stężenia S.

5. WYNIKI ANALIZ FIZYKOCHEMICZNYCH WODY

Analizy fizykochemiczne pobranych próbek obejmowały określenie pH, przewodności elektrolitycznej właściwej γ_{25}, potencjału Eh oraz 38 wskaźników chemicznych. W przypadku wskaźników o stężeniu poniżej granicy oznaczalności przyjęto wartość połowy tej granicy zgodnie z wytycznymi (Kmiecik 2011).

Weryfikacja analiz pod kątem poprawności ich wykonania polegała na obliczeniu błędu analizy, określonego na podstawie bilansu jonowego. Błąd analizy zawiera się w przedziale od wartości minimalnej 0,15% do wartości maksymalnej 2,89% i mieści się w dopuszczalnych granicach określonych w normie PN-89/C-04638/02, przy średniej mineralizacji 538,5 mg/dm^3.

Dominującym typem hydrogeochemicznym wód zlewni potoku Łukowica według klasyfikacji Szczukariewa-Prikłońskiego są wody trzyjonowe: wodorowęglanowo-wapniowo-magnezowe (HCO_3–Ca–Mg). W punkcie S7 występuje woda trzytonowa, typu wodorowęglanowo-wapniowo-sodowego (HCO_3–Ca–Na). Jedynie w punkcie S5 zaobserwowano wodę czterojonową: wodorowęglanowo-chlorkowo-wapniowo-sodową (HCO_3–Cl–Ca–Na).

W tabeli 2 zestawiono średnie wartości stężeń wybranych wskaźników fizykochemicznych w badanych punktach, wartości minimalne i maksymalne oraz wartości progowe dla stanu dobrego i zakres ogólnopolskiego tła hydrogeochemicznego (RMŚ 2015).

Tabela 2

Zestawienie wybranych wskaźników fizykochemicznych badanych wód

Table 2

Statement of the selected physicochemical elements of groundwater

Wskaźnik	Wartość średnia	Minimum	Maksimum	Wartość progowa dla stanu dobrego (RMŚ 2015)	Tło hydrogeochemiczne ogólnopolskie (RMŚ 2015)
pH [–]	7,42	7,15	7,67	9,5	6,5–8,5
PEW [mS/cm]	0,60	0,34	1,35	2,5	0,2–0,7
Glin [mg/dm^3]	0,02	0,01	0,05	0,2	0,05–0,1
Bar [mg/dm^3]	0,20	0,07	0,56	0,7	0,01–0,3
Wapń [mg/dm^3]	76,10	49,11	148,82	200	2–200
Chlorki [mg/dm^3]	39,58	5,54	215,25	250	2–60
Chrom [mg/dm^3]	0,01	0,01	0,01	0,05	0,0001–0,010
Miedź [mg/dm^3]	0,02	0,001	0,07	0,2	0,001–0,020
Żelazo [mg/dm^3]	0,15	0,01	0,84	5	0,02–5
Wodorowęglany [mg/dm^3]	327,20	209,06	453,47	500	60–360
Potas [mg/dm^3]	6,47	0,93	29,40	15	0,5–10
Magnez [mg/dm^3]	16,62	12,20	22,62	100	0,5–30
Mangan [mg/dm^3]	0,03	0,01	0,11	1	0,01–0,4
Sód [mg/dm^3]	28,43	5,02	96,98	200	1–60
Nikiel [mg/dm^3]	0,001	0,001	0,003	0,02	0,0001–0,0005
Azotyny [mg/dm^3]	0,07	0,05	0,09	0,5	0–0,03
Azotany [mg/dm^3]	0,60	0,60	0,60	50	0–5
Ołów [mg/dm^3]	0,001	0,0001	0,004	0,1	0,001–0,01
Siarczany [mg/dm^3]	29,19	17,49	48,90	250	5–60
Tytan [mg/dm^3]	0,001	0,0001	0,01	0,1	0–0,01
Cynk [mg/dm^3]	0,23	0,01	1,02	1	0,005–0,5
Kadm [mg/dm^3]	0,0003	0,0003	0,0003	0,005	0,0001–0,0005

Średnia wartość mineralizacji wynosi 538,5 mg/dm^3. Jedynie w punkcie S5 zaobserwowano znacznie wyższą mineralizację w porównaniu z pozostałymi punktami, która wynosi 1030,9 mg/dm^3. Może być to spowodowane położeniem punktu na terenie o dużym wpływie antropopresji.

Porównując średnie arytmetyczne wartości stężeń analizowanych wskaźników fizykochemicznych z przedziałami ogólnopolskiego tła hydrogeochemicznego (RMŚ 2015) stwierdzono wartości odstające powyżej górnej granicy dla miedzi w punktach S5, S6, S7, dla niklu w punkcie S5 i dla azotynów we wszystkich punktach. Stwierdzono również wartości odstające poniżej dolnej granicy dla ołowiu we wszystkich punktach z wyjątkiem S5 i dla glinu w punkcie S7.

Podwyższona zawartość miedzi w wodach podziemnych może mieć związek z rolniczym wykorzystaniem terenu badań (Witczak i in. 2013). Odstające wartości dla pozostałych składników, czyli dla azotynów, niklu, ołowiu oraz glinu są spowodowane przenikaniem tych zanieczyszczeń ze składowisk odpadów komunalnych i innych odpadów organicznych, a także ze ścieków komunalnych (Witczak i in. 2013).

6. OCENA STANU CHEMICZNEGO

Ocena stanu chemicznego wód podziemnych zlewni potoku Łukowica została przeprowadzona w ujęciu punktowym i obszarowym, zgodnie z wytycznymi (RMŚ 2015).

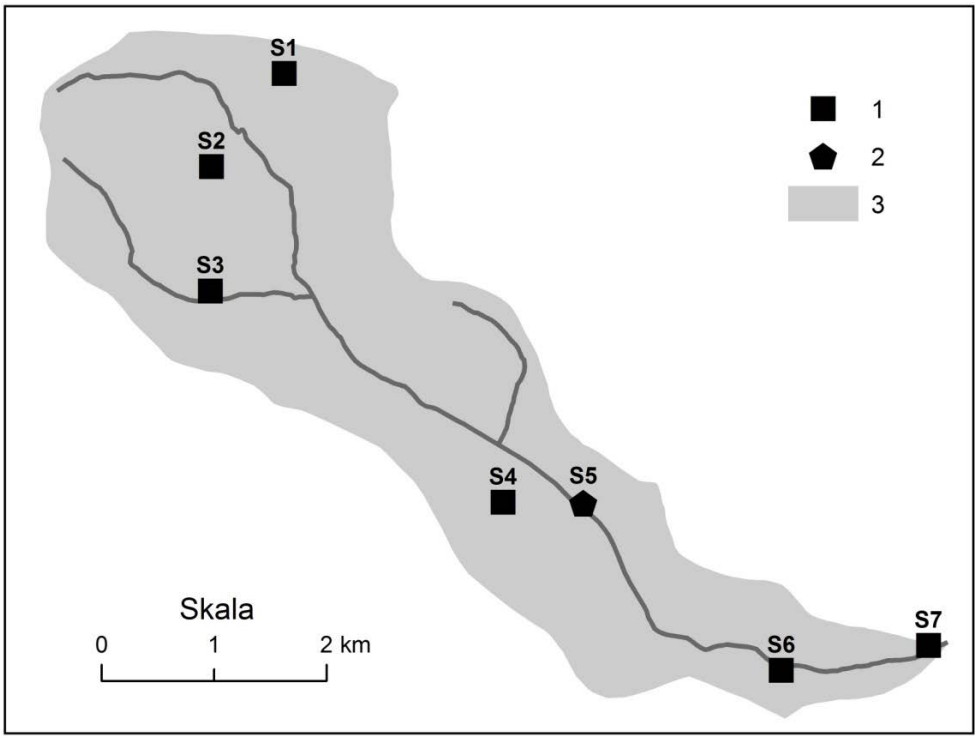
Odnosząc wartości stężeń wskaźników fizykochemicznych wód podziemnych w poszczególnych punktach monitoringowych do wartości progowych dla dobrego stanu chemicznego wód zgodnie z (RMŚ 2015), stwierdzono przekroczenia wartości progowych jedynie dla potasu i cynku w punkcie S5. A zatem w układzie punktowym mamy do czynienia z wodami o dobrym stanie chemicznym w zakresie analizowanych wskaźników we wszystkich badanych punktach monitoringowych z wyjątkiem studni S5 (rys. 4).

Przekroczenie wartości progowych dla potasu może mieć związek z rolniczym wykorzystaniem terenu badań. Zlewnia potoku Łukowica pozostaje pod znacznym działaniem antropogenicznym związanym z nawożeniem pól uprawnych nawozami potasowymi. Zanieczyszczenia antropogeniczne mogą również przyczynić się do podwyższenia stężenia cynku w wodach podziemnych. Szczególnie duże koncentracje cynku obserwuje się w ściekach komunalnych i przemysłowych (Witczak i in. 2013).

Ponadto stwierdzono niewielkie przekroczenia wartości granicznych dla II klasy jakości wody w przypadku baru w punkcie S3 (0,56 mg/l), chlorków w punkcie S5 (215,25 mg/l), miedzi w punkcie S6 (0,071 mg/l), wapnia w punkcie S5 (148 mg/l) i wodorowęglanów w punktach S1 (350,48 mg/l), S5 (453,47 mg/l) oraz S7 (385,84 mg/l). Dla III klasy jakości stwierdzono przekroczenia wartości progowych tylko dla cynku w punkcie S5 (1,02 mg/l). Przekroczenie dopuszczalnych stężeń dla klasy IV stwierdzono tylko dla potasu w punkcie S5 (29,4 mg/l).

Podwyższone stężenie chlorków w wodach podziemnych w punkcie S5 może być spowodowane tzw. zimowym utrzymaniem dróg (Witczak i in. 2013). Badana studnia znajduje

się w pobliżu głównej drogi, która zimą posypywana jest solą. Efekt ten może utrzymywać się przez długi czas, gdyż w podłożu zalegają łupki pstre o bardzo niskim współczynniku filtracji rzędu 10^{-7}–10^{-8} m/s.



Rys. 4. Zlewnia potoku Łukowica. Lokalizacja punktów monitoringowych. Ocena stanu chemicznego wód zgodnie z wytycznymi RMŚ 2015 w układzie punktowym i obszarowym
Stan chemiczny wód w ujęciu punktowym: 1 – dobry, 2 – słaby; 3 – dobry stan chemiczny w ujęciu obszarowym

Fig. 4. Łukowica catchment area. Map of the research area. Chemical status in point configuration: 1 – good chemical status, 2 – poor chemical status; 3 – good chemical status in area configuration

Przekroczenie wartości progowych dla wapnia może być związane z zanieczyszczeniami antropogenicznymi (dzikie wysypiska). Większość ognisk zanieczyszczeń oprócz składników specyficznych emituje również związki wapnia najczęściej w postaci siarczanów, azotanów bądź chlorków. Zanieczyszczenia antropogeniczne mogą również przyczynić się do podwyższenia stężenia baru oraz cynku w wodach podziemnych (Witczak i in. 2013).

Ocena stanu chemicznego w ujęciu obszarowym, wykonana poprzez porównanie wartości średnich arytmetycznych stężeń badanych elementów fizykochemicznych (tab. 2) z wartościami progowymi, wykazała dobry stan chemiczny wód zlewni (rys. 4).

WNIOSKI

Ocenę stanu chemicznego wód w zlewni potoku Łukowica przeprowadzono opierając się na wynikach badań terenowych i laboratoryjnych, przeprowadzonych we wrześniu 2015 roku. Badania terenowe obejmowały zdjęcie hydrogeologiczne obszaru badań oraz jednokrotne opróbowanie siedmiu punktów pomiarowych stanowiących użytkowe studnie kopane, ujmujące paleogeńskie (fliszowe) piętro wodonośne. Przeprowadzone badania laboratoryjne pozwoliły na określenie stanu chemicznego wód podziemnych w zlewni potoku Łukowica w ujęciu punktowym oraz obszarowym.

Na podstawie analizy przeprowadzonych badań stwierdzono, że stan chemiczny wód podziemnych zlewni potoku Łukowica, w ujęciu obszarowym, jest dobry. Natomiast w ujęciu punktowym stan chemiczny wód podziemnych określono jako dobry we wszystkich punktach z wyjątkiem punktu S5, w którym stwierdzono słaby stan chemiczny, ze względu na przekroczenie wartości progowych dla potasu i cynku.

Praca finansowana z umowy AGH 11.11.140.797.

LITERATURA

Chowaniec J., Witek K., 1997 — Objaśnienia do Mapy Hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Łącko (1034) i arkusz Nowy Sącz (1035). Warszawa: PIG.

Dembska-Sięka P., Zdechlik R., 2014 — Specyfika warunków hydrogeologicznych w obszarach górskich na przykładzie zlewni Brennicy (powiat cieszyński). Przegląd Geologiczny 62 (11), s. 768–774.

Dendys M., 2013 — Ocena możliwości zwiększenia wydajności ujęć brzegowych na przykładzie zlewni potoku Rybnika w Sękowej koło Gorlic. Przegląd Geologiczny 61 (11/2), s. 712–718.

DWP, 2006 — Dyrektywa Wód Podziemnych. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego I Rady nr 2006/118/WE z dnia 12 grudnia 2006 r. w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu.

Kleczkowski A., red., 1990 — Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony. Kraków.

Kmiecik E., Zdechlik R., Drzymała M., 2013 — Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w zlewni Sękówki. Biuletyn PIG, 456, s. 287–292.

Kmiecik E., 2011 — Metodyczne aspekty oceny stanu chemicznego wód podziemnych. Wydawnictwo AGH.

Kondracki J., 2002 — Geografia regionalna Polski. Warszawa: PWN.

Korzec K., Dendys M., 2014 — Ocena stanu chemicznego wód podziemnych w zlewni potoku Zawadka. Technika Poszukiwań Geologicznych. Geotermia, Zrównoważony Rozwój, 2, s. 41–50.

Oszczypko N., Wójcik A., 1989a — Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Nowy Sącz (1035). Warszawa: PIG.

Oszczypko N., Wójcik A., 1989b — Objaśnienia do Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Nowy Sącz (1035). Warszawa: PIG.

Paczyński B., Sadurski A., red., 2007 — Hydrogeologia regionalna Polski. Warszawa.

Paul Z., 1978 — Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Łącko (1034). Warszawa: PIG.

Paul Z., 1980 — Objaśnienia do Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Łącko (1034). Warszawa: PIG.

PN-89/C-04638/02 — Woda i ścieki. Bilans jonowy. Sposób obliczania bilansu jonowego. Warszawa, 1989.

PN-EN ISO 5667-3, 2005 — Jakość wody. Pobieranie próbek. Część 1: Wytyczne dotyczące utrwalania i postępowania z próbkami wody. Warszawa: PKN.

PN-EN ISO 17294-2:2006 — Jakość wody – Zastosowanie spektrometrii mas z plazmą wzbudzoną indukcyjnie (ICP-MS) – Część 2: Oznaczanie 62 pierwiastków. Warszawa: PKN.

PN-EN ISO 11885:2009 — Jakość wody – Oznaczanie wybranych pierwiastków metodą optycznej spektrometrii emisyjnej z plazmą wzbudzoną indukcyjnie (ICP-OES). Warszawa: PKN.

PN-EN ISO 9963-1:2001 — Jakość wody – Oznaczanie zasadowości – Część 1: Oznaczanie zasadowości ogólnej i zasadowości wobec fenoloftaleiny. Warszawa: PKN.

PN-ISO 9297:1994 — Jakość wody – Oznaczanie chlorków – Metoda miareczkowania azotanem srebra w obecności chromianu jako wskaźnika (Metoda Mohra). Warszawa: PKN.

PN-EN ISO 10523:2012 — Jakość wody – Oznaczanie pH. Warszawa: PKN.

PN-EN 27888:1999 — Jakość wody – Oznaczanie przewodności elektrycznej właściwej. Warszawa: PKN.

RDW, 2000 — Ramowa dyrektywa wodna. Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej.

RMŚ, 2015 — Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych. Dz. U. z 2015 r. poz. 469.

Stach-Kalarus M., 2008 — Wpływ zmian jakości wód podziemnych na stan chemiczny wód powierzchniowych na przykładzie zlewni Koprzywianki. Rozprawa doktorska, Kraków.

Szczepańska J., Szklarczyk T., Stach-Kalarus M. 2009 — Ocena stanu wód podziemnych zlewni Koprzywianki w świetle nowych przepisów prawnych. Biuletyn PIG, 436, s. 489–496.

Szklarczyk T., Stach-Kalarus M., Kmiecik E., 2011 — Wybrane metody i narzędzia badawcze w bilansowaniu wodnogospodarczym i ocenie stanu wód podziemnych na przykładzie zlewni Koprzywianki, Kraków.

Zdechlik R., Drzymała M., Wątor K., 2013 — Praktyczne aspekty opróbowania wód w systemie monitoringu wód podziemnych. Biuletyn PIG, 456, s. 659–664.

Witczak S., Kania J., Kmiecik E., 2013 — Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.

ASSESSMENT OF THE QUANTITATIVE AND CHEMICAL GROUNDWATER STATUS OF THE ŁUKOWICA RIVER CATCHMENT AREA

ABSTRACT

This paper presents the result of a field investigation carried out for assessing the chemical status of groundwater in the Łukowica catchment area, located in the municipality of Łukowica. These investigations included collecting groundwater samples and physicochemical analysis. Chemical analyzes were verified by the calculation of errors based on the ionic balance. An assesment of the chemical status was carried on the basis of this data, in accordance with Polish legislation (RMŚ 2015), both in a point and area configuration.

The results indicate that the chemical status of the groundwater of the Łukowica catchment area may be considered as good in area configuration. The estimation of the chemical status in a point configuration showed that one measuring point exceeded the limit values for good chemical status.

KEYWORDS

Groundwater, chemical status, Łukowica catchment area