

Kotlina Orawsko-Nowotarska jako perspektywiczny zbiornik wód zwykłych w deficytowym regionie Karpat

Józef Chowaniec*, Danuta Poprawa*, Krzysztof Witek*

Kotlina Orawsko-Nowotarska — zapadisko śródgórskie, jest wypełniona osadami trzeciorzędu (neogenu) i czwartorzędu. Zajmuje powierzchnię ok. 340 km². Rozciąga się równoleżnikowo na długości ok. 50 km od Jeziora Orawskiego na zachodzie, po okolice Czorsztyna na wschodzie. Największą szerokość — 13 km — osiąga w zachodniej części, na południku Czarnego Dunajca, w kierunku wschodnim zaś zwęża się do 4 km, w rejonie Nowego Targu i 2 km w okolicy Maniów, aż do zupełnego zaniku w rejonie zapory Niedzica–Czorsztyn. Na zachodzie sięga daleko na południe, w postaci stożka Czarnego Dunajca, dochodząc do Chochołowa. W zachodniej części osady wypełniające Kotlinę Orawsko-Nowotarską przykrywają południową część płaszczowiny magurskiej i pienińskiego pasa skałkowego oraz północną strefę fliszu podhalańskiego. We wschodniej części natomiast, pod osadami kotliny, znalazła się południowa część płaszczowiny magurskiej i północna strefa pienińskiego pasa skałkowego (Jaranoff 1934–1935; Małecka, 1981; Niedzielski, 1971; Watycha, 1973; ryc. 1).

Najmłodsze osady Kotliny Orawsko-Nowotarskiej charakteryzują się na ogół wysoką wodonośnością, w stosunku do sąsiadujących z nimi serii skalnych. Znalazło to wyraz w hydrogeologicznych opracowaniach kartograficznych, gdzie Kotlina Orawsko-Nowotarska została wydzielona jako osobny rejon (XXIII.b) w obrębie regionu karpackiego (Chowaniec i in., 1981, 1983; Małecka, 1981; Niedzielski, 1971; Paczyński, 1993). Na *Mapie obszarów głównych zbiorników wód podziemnych* (GZWP) nosi ona nazwę: Dolina Kopalna Nowy Targ nr 440 (Kleczkowski red., 1990).

Obszar Kotliny Orawsko-Nowotarskiej wyodrębniono jako jeden z najbardziej perspektywicznych zbiorników wód zwykłych w regionie Karpat. Charakteryzując wydzielony zbiornik, szczególną uwagę zwrócono na negatywne skutki dla wód podziemnych wynikające z antropopresji.



Ryc. 1. Zasięg utworów czwartorzędowych Kotliny Orawsko-Nowotarskiej na tle jednostek geologiczno-strukturalnych południowej części Karpat polskich (wg Chowaniec i in., 1981, 1983)

*Oddział Karpacki, Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Skrzatów 1, 31-560 Kraków

Budowa geologiczna

Kotlina Orawsko-Nowotarska jest zbudowana głównie z czwartorzędowych osadów żwirowo-piaszczystych, niekiedy w znacznym stopniu zaglinionych.

Liczne wiercenia badawcze, wykonane na obszarze kotliny między Dębniem a Frydmanem, na cele budownictwa wodnego oraz w okolicach Nowego Targu i Czarnego Dunajca, wykazały dużą miąższość pokrywy akumulacyjnej osadów czwartorzędowych i występowanie pod tą pokrywą utworów neogeńskich (Watycha, 1973). W rejonie Dębna miąższość osadów czwartorzędowych (przewierconych) wynosi 84 m, a we Frydmanie 103 m (Niedzielski, 1971). Wyniki wierzeń wyraźnie wskazują na tektoniczne pochodzenie wschodniej części Kotliny Orawsko-Nowotarskiej. Tezę o jej tektonicznym pochodzeniu przedstawił już w latach 1934–1935 Jaranoff. Pełny profil osadów czwartorzędowych w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej zachował się dlatego, że dno kotliny ulegało ciągłemu, lekkiemu, obniżaniu się od pliocenu aż do czasów współczesnych.

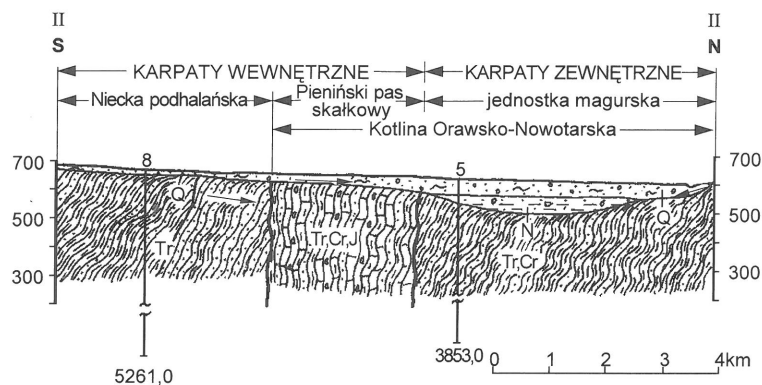
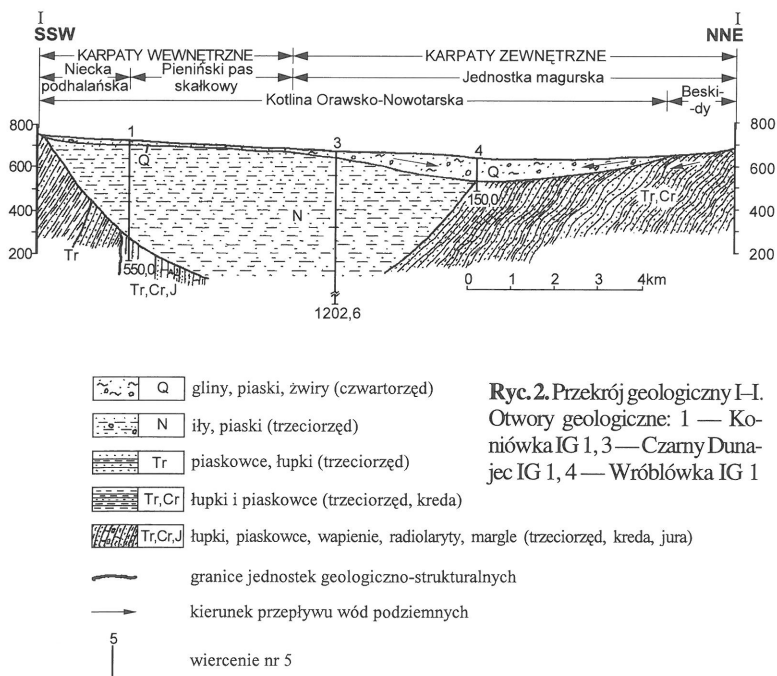
Centralną część Kotliny Orawsko-Nowotarskiej rozpoznano głębokim wierceciem Nowy Targ PIG 1 (nr 5, ryc. 3), wykonanym do głęb. 3853,0 m (Paul i in., 1992). Utwory czwartorzędowe, wykształcone w postaci żwirów i piasków, występowały do głęb. 59,5 m. Poniżej — w przedziale 59,5–96,0 m — przewiercono utwory neogenu reprezentowane przez ility, muły, kredę jeziorną i wkładki węgla brunatnego. Pod osadami neogenu występują utwory fliszowe płaszczowiny magurskiej, do głęb. 3675,0 m i osady fliszowe pienińskiego pasa skałkowego do głęb. 3853,0 m (nie przewiercone).

We wschodniej części kotliny, pod utworami czwartorzędowymi, występuje kompleks osadów neogeńskich, rozpoczynający się otoczkami lub żwirami i piaskami, z resztkami zwęglonych okrucichów roślin i drzew, ku górze warstwowanymi piaskami, przechodzącymi w namuły pylaste-ilaste. Grubość tych wydzielen jest zmienna i waha się od kilku centymetrów do 30 m. Miejscami osady te przedzielone są pokładami węgla brunatnego miąższości do 1,5 m. Na N od zabudowań w Dębnie, w otworze D-9 na głęb. 81,0 m, pod osadami czwartorzędowymi nawiercono łupki ilaste należące już do utworów fliszowych Karpat Zewnętrznych, wykształconych w omawianym rejonie w postaci warstw magurskich, podmagurskich, frydmańskich i inoceramowych.

W zachodniej części kotliny, największą miąższość osadów neogeńskich stwierdzono wierceciem Czarny Dunajec IG 1 (nr 3, ryc. 2), który tutaj ma zasadnicze znaczenie dla rozpoznania budowy geologicznej (Watycha, 1973, 1976, 1977). Jego profil przedstawia się następująco:

- 0,0–28,5 m piasek ze żwirami i otoczkami (czwartorzęd),
- 28,5–920,6 m ility pylaste ciemnozielone, szare ku spagowi ciemnoszare i czarne z wkładkami piasku i żwiru z otoczkami (miocen),
- 920,6–950,0 m zlepienie o spoiwie ilasto-piaszczystym, szarozielonym i ciemnoszarym, z wkładkami piasku i żwiru (miocen),
- 950,0–975,0 m piaszkowce drobno- i średnioziarniste, spękanne, zbrękcjonowane ze strzałką kalcytową z wkładkami łupków marglisto-ilastych, ciemnoszarych oraz zielonkawych, a także mułowców szarych (trzeciorząd–kreda — utwory fliszowe jednostki magurskiej),
- 975,0–1202,6 m łupki ilasto-margliste, ciemnoszare i zielonkawoszare z wkładkami piaszkowców drobno- i średnioziarnistych, szarych, spękanych i zlustrowanych (trzeciorząd–kreda — utwory fliszowe jednostki magurskiej).

Ponadto, w wierceniu Wróblówka IG 1 (nr 4) stwierdzono największą miąższość osadów czwartorzędowych, wynoszącą



Ryc. 3. Przekrój geologiczny II-II. Otwory geologiczne: 5 — Nowy Targ IG 1, 8 — Bańska IG 1

119,0 m, a w otworze Koniówka IG 1 (nr 1), po przewierceniu 6,7 m osadów czwartorzędowych i 456,0 m utworów neogeńskich, zagłębiono się w serie pienięńskiego pasa skałkowego (ryc. 2).

Warunki hydrogeologiczne

W obrębie Kotliny Orawsko-Nowotarskiej użytkowy poziom wodonośny występuje w czwartorzędowych osadach żwirowo-piaszczystych z otczakami, lokalnie zagłębionych. Zasilanie wód podziemnych odbywa się tutaj poprzez bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych, a także infiltrację wód powierzchniowych i dopływ wód z poziomów fliszowych. Kierunki przepływu wód podziemnych pokazano na ryc. 4. Rolę drenującą spełnia tu Dunajec wraz ze swoimi dopływami. W środkowej i wschodniej części kotliny główny kierunek przepływu wód podziemnych jest z południowego zachodu na północny wschód, w części zachodniej natomiast — z południowego wschodu na północny zachód. Spowodowane jest to istnieniem europejskiego działu wodnego o przebiegu N-S na zachód od Czarnego Dunajca. Najlepsze warunki infiltracji występują w obrębie tarasów holocenijskich Białego i Czarnego Dunajca oraz Białki, a więc tam gdzie występują utwory, chara-

kteryzujące się wysoką przepuszczalnością. Współczynniki filtracji kształtują się tutaj najczęściej w granicach $n \times 10^{-3} - n \times 10^{-5}$ m/s, a współczynniki wodoprzewodności dochodzą do 1000 m²/d, sporadycznie mogą osiągać wyższe wartości. W związku z brakiem właściwości retencyjnych w tych utworach, poziom wód podziemnych, w sąsiedztwie rzek, jest uzależniony ściśle od ich stanów. Poziom ten występuje na ogół na głęb. do 3 m poniżej powierzchni terenu, a miąższość warstwy wodonośnej może dochodzić do 10 m. Wody omawianego poziomu związane z utworami tarasowymi (holocenijskimi) stanowią ciągły poziom o zwierciadle swobodnym.

W rejonach, gdzie utwory czwartorzędowe charakteryzują się dużą zmiennością w profilu pionowym i w poziomym rozprzestrzenieniu oraz tam, gdzie przykryte są warstwą glin, infiltracja opadów bywa utrudniona, a co za tym idzie zasilanie jest ograniczone. W tych rejonach wody mogą występować pod niewielkim ciśnieniem, a poziom wodonośny znajduje się najczęściej na głębokości 9–15 m (w rejonie Nowego Targu i Jabłonki). Miąższość warstwy wodonośnej dochodzi do 30 m, wartości współczynników filtracji zaś są mniejsze od wyżej wspomnianych i wynoszą od $n \times 10^{-4} - n \times 10^{-6}$ m/s, w zależności od stopnia zagłębienia utworów wodonośnych. Wielkość współczynnika wodoprzewodności nie przekracza tutaj z reguły 300 m²/d (Chowaniec i in., 1981; Chowaniec i in., 1983; Kleczkowski red., 1990; Paczyński, 1993).

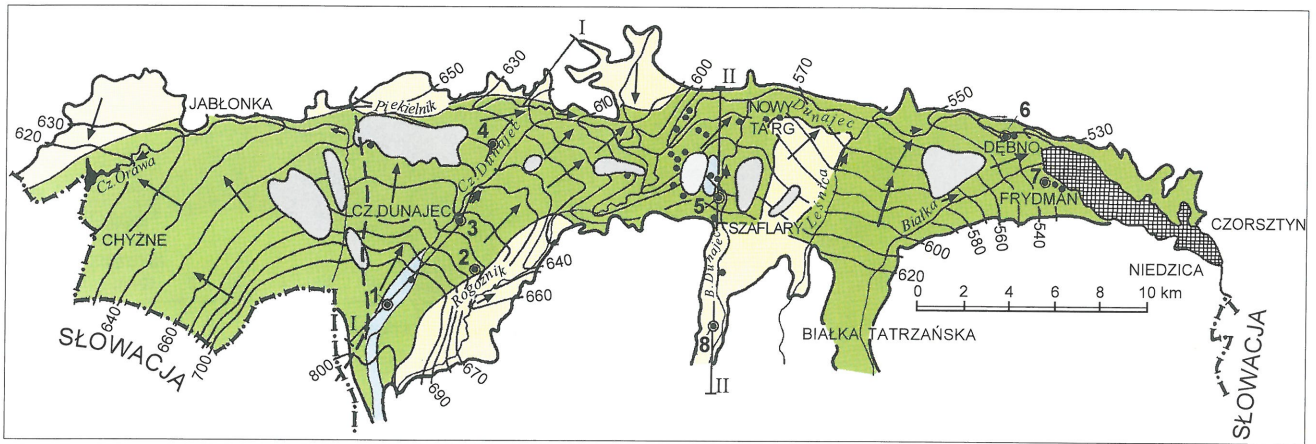
Przejawem wód podziemnych na powierzchni terenu są nieliczne źródła tarasowe — najbardziej znane w Dębnie. Jedno z nich jest obecnie obserwowane przez Oddział Karpacki Państwowego Instytutu Geologicznego (ryc. 5). Charakteryzuje się ono dużą wydajnością w granicach od 15 do 90 m³/h (1994 r.). Biorąc pod uwagę stosunek wydajności maksymalnej do minimalnej, źródło to można zaklasyfikować do mało zmiennych. Dwa inne źródła (nr 1 i 2), charakteryzujące się podobnymi parametrami hydrogeologicznymi do wyżej opisanego, podczas prac ziemnych pod kolektor sanitarny w 1992 r.

uległy zanikowi, jednak wskutek wykonanych prac — zabezpieczających — źródła te ponownie ożyły (ryc. 6, 7).

Wydajności, uzyskiwane z pojedynczego otworu, są bardzo zróżnicowane. Najkorzystniejsze warunki panują w dolinach głównych rzek, przepływających przez kotlinę — zwłaszcza w dolinie Czarnego Dunajca, gdzie można uzyskać do 50 m³/h wody, przy depresjach od 1 do 3 m. Na przeważającym obszarze Kotliny Orawsko-Nowotarskiej uzyskać można od 10–30 m³/h wody, z pojedynczego ujęcia, przy depresjach wynoszących najczęściej kilkanaście metrów, a jedynie w miejscach, gdzie wzrasta zagłębienie osadów czwartorzędowych wydajności spadają poniżej 10 m³/h (ryc. 4).

Moduł zasobów dyspozycyjnych dla Kotliny Orawsko-Nowotarskiej wynosi ok. 300 m³/d/km².

Pod względem fizykochemicznym wody podziemne kotliny charakteryzują się mineralizacją poniżej 500 mg/dm³. Są to najczęściej wody typu HCO₃-Ca-Mg i HCO₃-SO₄-Ca-Mg, średnio twarde i miękkie. Zawartość jonów żelaza i manganu nie przekracza z reguły wartości normatywnych dla wód pitnych (0,5 i 0,1 mg/dm³). Wartości wyższe notowane są jedynie sporadycznie. W studniach wierconych, gdzie zwierciadło wód podziemnych występuje poniżej 8 m

Wodoność, m³/h

0-10

10-30

30-50

obszary wyłączone z eksploatacji wód podziemnych (torfy)

2 ● wiercenie rdzeniowe

● otwory hydrogeologiczne wybrane

— hydrozohipsy

← kierunki przepływu wód

— europejski dział wodny

— I — linia przekroju geologicznego

Zbiorniki wód powierzchniowych :

● istniejący (Jez. Orawskie)

■ w budowie (Czorsztyn-Niedzica)

Ryc. 4. Mapa wodoności utworów czwartorzędowych Kotliny Orawsko-Nowotarskiej. Otw. geol.: 1 — Koniówka IG 1, 2 — Domański Wierch IG 1, 3 — Czarny Dunajec IG 1, 4 — Wróblówka IG 1, 5 — Nowy Targ IG 1, 6 — Dębno D9, 7 — Frydman F2, 8 — Bańska IG 1

od powierzchni terenu, nie stwierdza się również ponadnormatywnych zawartości azotanów i azotynów. Wyższe zawartości związków azotu notuje się w próbkach wody pobranych ze studni kopanych, zlokalizowanych najczęściej

w obrębie zwartej zabudowy na tarasach niskich. Według klasyfikacji Macioszczyk, stosowanej na przełomie lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych, wody te należą do I i II klasy jakości wód podziemnych (Macioszczyk, 1987). Według stosowanej obecnie klasyfikacji zwykłych wód podziemnych, wody występujące w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej zakwalifikowane do klasy Ia i Ib (Błaszyk i in., 1993).

Utwory neogenu na obszarze Kotliny Orawsko-Nowotarskiej są bardzo słabo rozpoznane pod względem hydrogeologicznym, jednak z uwagi na ich wykształcenie litologiczne można wnioskować, że jedynie w jej zachodniej części należy liczyć się z pozytywnymi efektami hydrogeologicznymi (powyżej 10 m³/h).

Zagrożenia wód podziemnych

Wody podziemne Kotliny Orawsko-Nowotarskiej są w wysokim stopniu zagrożone migracjami zanieczyszczeń z powierzchni terenu. Zagrożenie to związane jest z brakiem ciągłej izolacji warstwy wodonośnej oraz działalnością gospodarczą człowieka wyrażającą się silną jego ingerencją w środowisko naturalne.

Najpoważniejszym zagrożeniem dla wód podziemnych



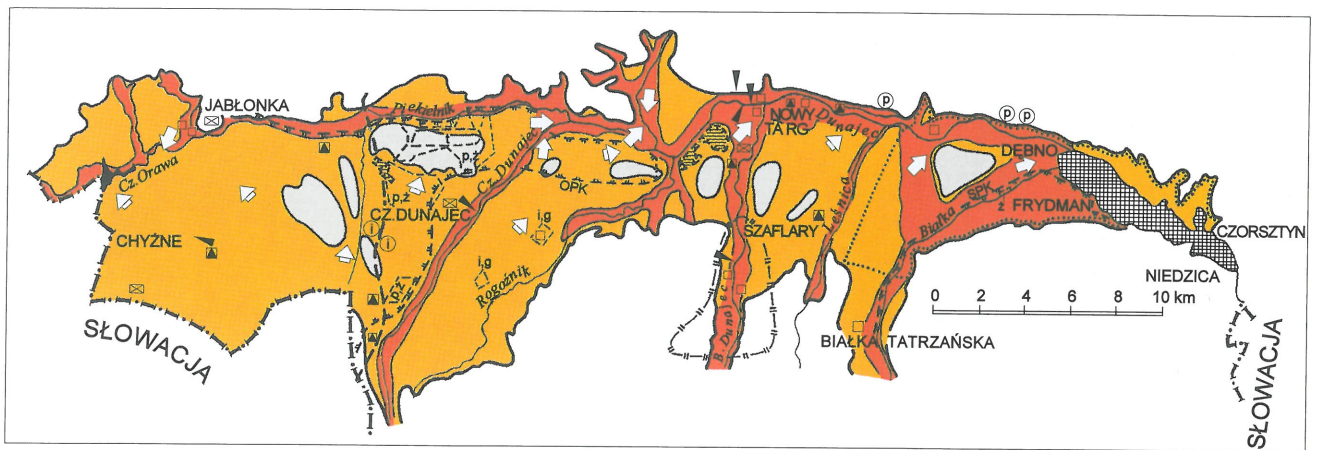
Ryc. 5. Dębno. Źródło obserwowane przez PIG OK w Krakowie, fot. J. Chowaniec



Ryc. 6. Dębno. Źródło nr 1; fot. J. Chowaniec



Ryc. 7. Dębno. Źródło nr 2; fot. J. Chowaniec



Przeziąkanie pionowe zanieczyszczeń przez strefę aeracji w latach :

☐ <1 obszary bardzo silnie zagrożone

☐ <5 obszary silnie zagrożone

☐ obszary wyłączane z eksploatacji wód podziemnych (torfy)

Szybkość migracji wód podziemnych w m/rok :

☐ >300 m/a - ruch bardzo szybki

☐ 100 - 300 m/a - ruch szybki

Zbiorniki wód powierzchniowych :

☐ istniejący (Jez. Orawskie)

☐ w budowie (Czorsztyn-Niedzica)

— europejski dział wodny

☐ zbiorniki z produktami naftowymi

☐ oczyszczalnie ścieków

☐ miejsca zrzutów ścieków przemysłowych i komunalnych

☐ wysypisko odpadów

☐ teren przemysłowo-składowy

— strefa ochrony sanitarnej ujęcia wód powierzchniowych

— SPK projektowany Spiski Park Krajobrazowy

— OPK projektowany Orawski Park Krajobrazowy

— p.z. zasięg występowania o udokumentowanych zasobach :

t - torfów, p - piasków, ż - żwirów, i - ilów, g - glin

☐ zasięg występowania torfów

☐ miejsce lokalnej eksploatacji surowców

Ryc. 8. Mapa zagrożeń zbiornika Kotliny Orawsko-Nowotarskiej

jest zanieczyszczenie rzek i potoków poprzez odprowadzanie do nich ścieków przemysłowych i komunalnych oraz degradacja gleby i warstwy przypowierzchniowej spowodowana nieracjonalnym stosowaniem środków nawożenia i ochrony roślin. Zanieczyszczenie wód powierzchniowych może mieć wpływ na jakość wód podziemnych, a szczególnie może to być uciążliwe w małych miejscowościach, gdzie wody podziemne są podstawowym źródłem zaopatrzenia dla miejscowej ludności. Sytuacja taka panuje zwłaszcza w niektórych miejscowościach położonych w obrębie Kotliny Orawsko-Nowotarskiej, a zwłaszcza w Dębnie, Frydmanie i Nowej Białej. Dlatego też, w tych miejscowościach należy przyspieszyć budowę kolektora sanitarnego i oczyszczalni ścieków. Obecnie w fazie końcowej jest budowa oczyszczalni ścieków w Dębnie, a zaawansowane są prace przy budowie kolektora sanitarnego w Szafłarach, Białym Dunajcu i Niedzicy. Przewiduje się ponadto budowę drugiej oczyszczalni dla Nowego Targu, przy udziale firmy szwedzkiej.

Poważnym zagrożeniem jakości wód podziemnych są szamba, doły chłonne i dzikie wysypiska śmieci, które mogą dostarczyć: związki azotu, fosforu, oraz metale ciężkie (Hg, Cd, Cu, Zn, Pb). Wodom podziemnym czwartorzędowego piętra wodonosnego w dużym stopniu zagrażają produkty naftowe, przechowywane w magazynach paliwowych i stacjach benzynowych oraz produkty odpadu, związane z przemysłem mleczarskim i garbarskim. Poważne zagrożenie stanowi także transport drogowy.

Stopień zagrożenia wód podziemnych czwartorzędowego piętra wodonosnego jest uzależniony głównie od miąższości i litologicznego wykształcenia strefy aeracji. Wody podziemne są zagrożone w największym stopniu w obrębie kamieńców i tarasów holocenijskich Białego i Czarnego Dunajca oraz Białki, gdzie migracja pionowa zanieczyszczeń trwa miejscami zaledwie 6–30 dni/1 m strefy aeracji. Czas migracji wzrasta do ok. 0,5 r/1 m strefy aeracji, w obrębie tarasów wysokich oraz pozostałej części Kotliny Orawsko-Nowotarskiej (ryc. 8). Czas migracji zanieczyszczeń został

obliczony wzorem Bindemana (Kleczkowski red., 1984) i uitożsamiono go z czasem przesączenia się wód.

Należy zaznaczyć, że po utworzeniu parków krajobrazowych: spiskiego i orawskiego, na dużym obszarze kotliny wejdą w życie przepisy, dotyczące zasad postępowania na tych terenach pozwalające na skuteczniejsze egzekwowanie od użytkowników przestrzegania postępowania proekologicznego.

L i t e r a t u r a

- BŁASZYK T. & MACIOSZCZYK A. 1993 — Klasyfikacja jakości zwykłych wód podziemnych dla potrzeb monitoringu środowiska. PIOŚ, CHOWANIEC J., GIERAT-NAWROCKA D. & WITEK K. 1981 — Mapa hydrogeologiczna Polski 1 : 200 000, ark. Nowy Sącz i Tatry Wysokie. Wyd. Geol.
- CHOWANIEC J., GIERAT-NAWROCKA D., KARWAN K. & WITEK K. 1983 — Mapa hydrogeologiczna Polski 1 : 200 000, ark. Bielsko-Biała i Tatry Zachodnie. Wyd. Geol.
- JARANOFF D. 1934–1935 — Prz. Geogr., 14: 3–4.
- KLECZKOWSKI A.S. (red.) 1984 — Ochrona wód podziemnych. Wyd. Geol.
- KLECZKOWSKI A.S. (red.) 1990 — Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony 1 : 500 000. Kraków.
- MACIOSZCZYK A. 1987 — Prz. Geol., 35: 628–636.
- MAŁECKA D. 1981 — Pr. Hydrogeol., 14.
- MAŁECKA D. & MURZYNOWSKI W. 1978 — Rejonizacja hydrogeologiczna Karpat fliszowych. IMUZ, 56, Warszawa.
- NIEDZIELSKI H. 1971 — Roczn. Pol. Tow. Geol., 41: 397–408.
- PACZYŃSKI B. (red.) 1993 — Atlas hydrogeologiczny Polski, 1 : 500 000. Część I. Systemy zwykłych wód podziemnych. FIG.
- PAUL Z. & POPRAWA D. 1992 — Prz. Geol., 40: 404–409.
- WATYCHA L. 1973 — Kwart. Geol., 17: 335–347.
- WATYCHA L. 1975 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1 : 50 000, ark. Nowy Targ. Wyd. Geol.
- WATYCHA L. 1976 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1 : 50 000, ark. Czarny Dunajec. Wyd. Geol.
- WATYCHA L. 1977 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1 : 50 000, ark. Jabłonka. Wyd. Geol.