

## **UJĘCIA I WODY PODZIEMNE WYKORZYSTYWANE DLA ZAOPATRZENIA MIASTA NOWY TARG**

## **INTAKES AND UNDERGROUND WATERS USED FOR SUPPLYING THE CITY OF NOWY TARG**

Aleksandra Nowobilaska-Luberda, Elwira Nowobilaska,  
Stefan Satora

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

**Streszczenie.** Praca poświęcona jest charakterystyce ujęć oraz pozyskiwanych poprzez nie z poziomu czwartorzędowego wód podziemnych dla miasta Nowy Targ. Nowy Targ w przeszłości korzystał z wód powierzchniowych, ale ze względu na niedostateczną jakość tych wód zaczął dla pokrycia zapotrzebowania na wodę do spożycia przez ludzi eksploatować wody podziemne. W opracowaniu przedstawiono ocenę jakości tych wód sporządzoną na podstawie wyników badań z 2007 roku.

**Abstract.** The research concerns the characteristics of intakes and underground water taken with their aid from the quaternary level for the city of Nowy Targ. Nowy Targ utilized surface waters in the past, but due to their insufficient quality, it has begun to exploit underground waters to cover the demand for drinking water for people. This study presents an evaluation of water quality prepared based on test results from 2007.

**Słowa kluczowe:** ujęcia wód podziemnych, woda do spożycia, wskaźniki jakości wody

**Key words:** underground water intakes, drinking water, water quality index

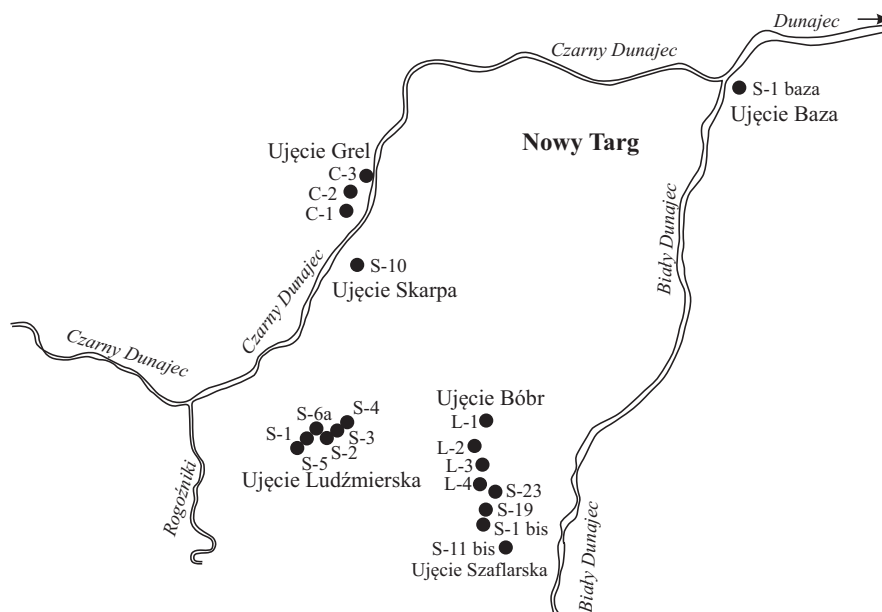
### **WSTĘP**

Duże aglomeracje miejskie dla pokrycia zapotrzebowania na wodę do spożycia przez ludzi wykorzystują najczęściej wody powierzchniowe. Wody te jednak mogą być często zanieczyszczone i mimo że zwykle występują w dużej ilości, pod względem jakościowym muszą być uzdatniane, niekiedy metodami bardzo kosztownymi. Przykładem korzystania w przeszłości z wód powierzchniowych i przejścia obecnie do eksploatacji wód

---

Adres do korespondencji – Corresponding author: mgr inż. Aleksandra Nowobilaska-Luberda, mgr inż. Elwira Nowobilaska, dr hab. inż. Stefan Satora, prof. UR, Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, e-mail: rmsatora@cyf-kr.edu.pl.

podziemnych jest miasto Nowy Targ. Władze miasta postanowiły oprzeć swoją gospodarkę wodną na sieci studni wierconych wchodzących w skład ujęć: Równia Szaflarska, Bór, Ludźmierska, Grel, S-10 skarpa oraz S-1 na bazie administrowanych przez Miejski Zakład Wodociągów i Kanalizacji w Nowym Targu (rys. 1).



Czynne studnie na terenie Nowego Targu – Operating intake wells in the area of Nowy Targ:

Ujęcie Ludźmierska – Ludźmierska Intake: S-1, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6a

Ujęcie Równia Szaflarska – Równia Szaflarska Intake: S-1 bis, S-11 bis, S-19, S-23

Ujęcie Bór – Bór Intake: L-1, L-2, L-3, L-4

Ujęcie Grel – Grel Intake: C-1, C-2, C-3

Ujęcie Skarpa – Skarpa Intake: S-10

Ujęcie Baza – Baza Intake: S-1 baza

Ujęcie Równia Szaflarska jest infiltrowane z Białego Dunajca, a ujęcie Grel jest infiltrowane z Czarnego Dunajca – Równia Szaflarska Intake is infiltrated from the Biały Dunajec and Grel Intake from the Czarny Dunajec

Rys. 1. Lokalizacja ujęć wód podziemnych na terenie Nowego Targu

Fig. 1. Location intakes of underground water in the area of Nowy Targ

Celem opracowania jest ogólna charakterystyka ujęć wód podziemnych oraz przegląd jakości wód podziemnych pobieranych na terenie miasta Nowy Targ. Charakterystyka ogólna ujęć obejmuje parametry konstrukcyjne i eksploatacyjne omawianych studni oraz niektóre parametry hydrogeologiczne ujmowanej warstwy wodonośnej.

Charakterystyka przeglądowa jakości ujmowanych wód według stanu na rok 2007 obejmuje właściwości fizyczne i chemiczne wód, skład chemiczny oraz bakteriologiczny wody, cechy takie jak: temperatura, zapach, smak, barwa, mętność, przewodność elek-

trolityczna, odczyn pH, utlenialność, twardość ogólna i węglanowa, zasadowość wobec oranżu metylowego, stężenia jonów manganu, żelaza, magnezu, wapnia, chlorków, siarczanów, fosforanów, amoniaku, azotynów, azotanów, ilość kolonii bakterii w 1 ml wody na agarze po 48 h w temp. 37°C, ilość bakterii *E. coli* oraz Enterokoków i Clostridii redukującej siarczyny w 100 ml wody. Głównym źródłem informacji były wyniki badań fizykochemicznych prób wody wykonane przez laboratorium Miejskiego Zakładu Wodociągów i Kanalizacji w Nowym Targu, oraz dokumentacje hydrogeologiczne dotyczące ujęć wód podziemnych wykonanych na terenie miasta Nowego Targu, a także ogólnie dostępna literatura hydrogeologiczna.

Próby wody do badań z ujęcia Ludźmierska pobierane były z jednego zbiornika (zbiornik dla studni S-1, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6a) z uwagi na to, że w 2007 roku na tym ujęciu nie było możliwości poboru wody do badań z poszczególnych studni oraz z 11 studni pozostałych ujęć. Wody ze studni C-2 i C-3 ujęcia Grel nie zostały poddane analizie ze względu na ich awarie w badanym roku.

## ZALETY I WADY RÓŻNEGO TYPU UJĘĆ

Mieszkańcy miasta Nowego Targu w okresie poboru wody z ujęcia zlokalizowanego w Szaflarach na potoku Biały Dunajec mieli ciągle problemy z pogarszającą się jakością tej wody. Częste skażenia doprowadziły do konieczności zamknięcia ujęcia, a w konsekwencji do pozbawienia mieszkańców wody. Przyczyną skażeń była nieuporządkowana gospodarka ściekowa wzdłuż omawianego potoku, a także zrzuty ścieków komunalnych do cieków w rejonie Zakopanego obniżające klasę czystości wód powierzchniowych.

W celu ochrony ludności przed częstym skażeniem wód powierzchniowych władze miasta podjęły decyzję o poborze z ujęć wód podziemnych, zwiększając stopniowo wydajność tych ujęć, które charakteryzują się dużo lepszą jakością wody. Bardzo ważne stało się ich monitorowanie oraz dbałość o ich stan techniczny i sanitarny. Pomimo korzystania ze wspomnianych ujęć nie wolno jednak lekceważyć stanu czystości zarówno Białego, jak i Czarnego Dunajca – a to ze względu na częściowe ujmowanie niektórymi ujęciami podziemnymi infiltrujących wód powierzchniowych.

Jakkolwiek ujęcia wód powierzchniowych dają możliwość poboru dużych ilości wody przy użyciu stosunkowo nieskomplikowanych rozwiązań technicznych po niskich kosztach eksploatacyjnych, to ich atrakcyjność bywa coraz mocniej kwestionowana ze względów sanitarnych. Ich wadą jest potencjalne lub realne zagrożenie jakości wody i trudności w zapewnieniu ochrony ujęcia przed zanieczyszczeniem. Duży problem tych ujęć stanowi również duża zmienność cech jakościowych: temperatury, mętności oraz zawiesiny. Bardzo negatywny wpływ na ich aspekt ilościowy mają również klęski żywiołowe jak powodzie czy susze. Dlatego w miarę możliwości coraz więcej aglomeracji miejsko-przemysłowych konstruuje ujęcia wody oparte na studniach głębinowych.

Ekonomiczne badania przeprowadzone w Stanach Zjednoczonych [Howard 1974] wykazały, iż koszty budowy oraz eksploatacji ujęć wód powierzchniowych są kilkakrotnie wyższe od kosztów ujęcia wód podziemnych. Istnienie ujęć wód powierzchniowych jest w znacznym stopniu uzależnione od stopnia zanieczyszczenia wód i efektywności technologii ich uzdatniania. Wraz ze wzrastającym chemicznym zanieczyszczeniem wód tradycyjne metody uzdatniania stają się często niewystarczające.

Ujęcia wód podziemnych są bardzo ważnym alternatywnym rozwiązaniem dostarczenia ludności wody niezagrażającej ich zdrowiu. Ujęcia owe mają naturalną ochronę przed zanieczyszczeniami i w większości charakteryzują się wysokimi parametrami jakościowymi. Nie znaczy to, że nie trzeba dbać o te ujęcia pod kątem ich ewentualnych zanieczyszczeń – konieczna jest mianowicie eliminacja potencjalnych ognisk zanieczyszczenia z obszaru zasilania tych ujęć. Istotny problem omawianych ujęć stanowi nadmierne stężenie związków żelaza i manganu, ale można ten problem rozwiązać poprzez napowietrzanie wody w warstwie wodonośnej. Jeszcze większą i bardziej powszechną wadą ujęć wód podziemnych jest ograniczoność zasobów dyspozycyjnych oraz trudności techniczne w ich eksploatacji.

Częstym rozwiązaniem są ujęcia infiltracyjne (miasto Nowy Targ ma 2 takie ujęcia) – niestety, obecnie ze względu na coraz większe zanieczyszczenie wód powierzchniowych ujęcia te nie są już tak atrakcyjne jak na początku minionego stulecia, kiedy to jeszcze rzeki były niezanieczyszczone chemicznie. W tej sytuacji najbezpieczniejszymi ujęciami poboru wody dla ludzi są ujęcia wody podziemne z głębszych struktur hydrogeologicznych, które pozostają izolowane od powierzchni terenu [Pawuła i Błaszyk, 1980].

## CHARAKTERYSTYKA TERENU

Obszar, na którym znajduje się Nowy Targ, stanowił od milionów lat rozległą kotlinę śródgórską położoną między najwyższym masywem Karpat – Tatrami, a pasmem Beskidów Zachodnich – Gorcami. Kotlina Podhala ulegała wyginaniu począwszy od okresu geologicznego eocenu. Wówczas to złożone zostały osady morskie o miąższości do 3000 m, z których powstał później łupkowo-piaskowcowy flisz podhalański. Również w następnych okresach: miocenie i pliocenie, w obniżeniu Podhala składane były grube pokłady ilów i żwirów. W okresie ostatniego miliona lat, w czwartorzędzie, dno kotliny wyścielone zostało grubymi osadami utworów rzeczno-lodowcowych i rzecznych wyniesionych z wnętrza Tatr przez wody Dunajca i jego dopływów. W kotlinie utworzone zostały trzy generacje stożków napływowych, związanych z plejstoceniowymi zlodowaceniami Tatr. Współcześnie Kotlina Podhala w dalszym ciągu wykazuje tendencje do wyginania, zwłaszcza w stosunku do szybciej podnoszonych masywów Tatr i Gorców [Punzet 1982].

Omawiany w tej pracy obszar położony jest w południowej części fliszowych Karpat Zewnętrznych. W budowie geologicznej podłoża biorą udział utwory fliszowe płaszczowiny magurskiej, najbardziej na południe wysuniętej jednostki strukturalnej Karpat Zewnętrznych. Płaszczyzna magurska graniczy od południa z Pienińskim Pasem Skałkowym, który oddziela Karpaty Zewnętrzne od Wewnętrznych.

Po utworzeniu się tych głównych struktur tektonicznych Karpat nastąpiło w neogenie głębokie obniżenie powierzchni starszych utworów w strefie kontaktowej – na obszarze obecnej Kotliny Orawsko-Nowotarskiej. W obniżeniu tym osadził się gruby kompleks utworów neogeńskich i czwartorzędowych. Utwory czwartorzędowe występują na całym omawianym obszarze w warstwie o miąższości do 119 m (otwór Wróblówka G-1). Pełny ich obraz znaleźć można w obrębie Kotliny Orawsko-Nowotarskiej, gdzie ich miąższość zawiera się w bardzo szerokich granicach – od kilku metrów na obrzeżach kotliny do ponad 100 m w jej centralnej części. Największą miąższość utworów czwartorzędowych, bo aż 119 m, stwierdzono w otworze Wróblówka G-1 sięgającym do głębokości 126 m.

Otwór studzienny S-4 ujęcia Ludźmierska odwiercony do głębokości 92 m nie przewiercił całej miąższości utworów czwartorzędowych.

Utwory czwartorzędowe wykształcone są jako osady:

- wodnolodowcowe, plejstocenijskie, reprezentowane głównie przez otoczaki, żwiry i namuły stożków napływowych;
- zastoiskowe, zbudowane z drobnowarstwowych ilów piaszczystych i glin;
- rzeczne i wodnolodowcowe tarasów erozyjno-akumulacyjnych i rzeczne tarasów akumulacyjnych, które wykształcone są jako żwiry z otoczkami i niewielkim udziałem frakcji piaszczystej, pokrytej cienkimi warstwami namulów piaszczystych lub gliniastych; ich głównymi składnikami są tatrzańskie skały krystaliczne, takie jak granity, gnejsy, łupki i kwarcyty, a w mniejszej ilości także wapnienie, dolomity i radiolaryty; należy też wspomnieć o niewielkiej domieszce materiału fliszowego;
- torfowiskowe – głównie o charakterze torfowisk wysokich, które rozwinęły się na glinach pokrywających tarasy, przede wszystkim w obniżeniach terenu; zlokalizowane są one głównie w okolicach Chyżnego, Ludźmierza, Czarnego Dunajca, Nowego Targu – rezerwat Bór na Czerwonem, oraz Dębna;
- deluwialne i koluwialne, zbudowane z glin z rumoszem skalnym i gromadzące się zazwyczaj w dolnych częściach zboczy.

Pod względem hydrogeologicznym Kotlina Orawsko-Nowotarska położona jest w subregionie śródkarpackim, rejonie podhalańskim. Występują tutaj dwa zasadnicze piętra wodonośne czwartorzędowe oraz paleogeńsko-kredowe (fliszowe). Głównym poziomem wodonośnym mającym zasadnicze znaczenie dla budowy większych ujęć komunalnych jest poziom wodonośny związany z utworami czwartorzędowymi. Warstwa wodonośna tego poziomu zbudowana jest z otoczek, żwiru oraz piasku, wymieszanych ze sobą w różnych proporcjach. Ponadto może ona być w różnym stopniu zagliniona w rozprzestrzenieniu pionowym oraz poziomym. Miejscami mogą również występować przewarstwienia gliniaste o miąższości kilku metrów. Miąższość warstwy wodonośnej jest zmienna [Górka 2009].

## CHARAKTERYSTYKA UJĘĆ

Miejski Zakład Wodociągów i Kanalizacji eksploatuje 6 ujęć wód podziemnych zlokalizowanych na obszarze Nowego Targu. Według nomenklatury MZWik są to ujęcia: Równia Szaflarska, Bór, Ludźmierska, Grel, S-10 skarpa oraz S-1 na bazie.

### Ujęcie Równia Szaflarska

Znaczne zasilanie jego wodami wynoszące wg badań modelowych  $107,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , a więc około 71% zatwierdzonych zasobów eksploatacyjnych ujęcia, następuje z infiltracji powierzchniowych wód Białego Dunajca. Dlatego zarówno ilość, jak i jakość wody z ujęcia Równia Szaflarska jest proporcjonalna do ilości i jakości wody Białego Dunajca. W latach 1990–1991 odwiercono między innymi studnie o numerach S-19 oraz S-23 o łącznych zasobach  $Q_e = 82 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , przy depresji  $S_e$  od 4,2 do 4,8 m. W 2005 roku odwiercono studnie zastępcze S-1 bis i S-II bis, dla których zasoby eksploatacyjne ustalono i przyjęto w wysokości: studnia S-1 bis –  $22 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , przy depresji 3,8 m, studnia S-II bis –  $19 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , przy depresji 4,85 m.

## Ujęcie Bór

W 2004 r. na obszarze oddziaływania ujęcia Równia Szaflarska wykonano nowe ujęcie wody nazwane ujęciem Bór, w skład którego weszły 4 studnie wiercone o numerach: L-1, L-2, L-3 i L-4. Udokumentowane zasoby eksploatacyjne dla tego ujęcia wynoszą  $Q_e = 112,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , przy depresji  $S_e$  od 2,4 do 4,65 m. Studnie ujęcia Bór oraz studnie S-I bis i S-II bis są traktowane jako studnie zastępcze. Wykonanie oraz eksploatacja studni S-II bis wydaje się być nieuzasadnione ekonomicznie, gdyż jest ona położona na kierunku napływu wody podziemnej do ujęcia a więc jej eksploatacja powoduje znaczące zmniejszenie się poboru wody ze studni S-I bis i S-19. Istotne jest, że w studni S-II bis jakość wody była najbardziej zagrożona z uwagi na potencjalne zagrożenie ekologiczne [Górka 2009].

## Ujęcie Ludźmierska

Jest to ujęcie poprzednio zaopatrujące w wodę Nowotarskie Zakłady Przemysłu Skórzanego „Podhale”, po których upadłości zostało przejęte przez MZWik w Nowym Targu. W jego skład wchodzi 6 studni wierconych o numeracji S-1, S-2, S-3, S-4, S-5 i S-6a, które zostały wykonane w latach 1957–1975 do głębokości od 39,4 do 45,0 m p.p.t. i ujmują czwartorzędowy poziom wodonośny. Zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą:  $Q_e = 195 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , przy depresji  $S_e$  od 7,0 do 12,0 m. Ujęcie to ma dużą wadę związaną z częściami czynnymi filtrów studni S-1, S-2 i S-3, które są zdecydowanie za długie i studnie pracują przy praktycznie odsłoniętych 40–50% powierzchni części czynnej filtra. Dużym mankamentem jest również umieszczenie pomp głębinowych we wszystkich studniach (za wyjątkiem studni S-6a) w części czynnej filtra [Górka 2009].

## Ujęcie Grel

Ujęcie to, podobnie jak ujęcie Równia Szaflarska, jest zasilane infiltracyjnie.

Zasilanie ujęcia Grel w około 60% pochodzi z warstwy wodonośnej; pozostałe 40% to zasilanie infiltracyjne z wód Czarnego Dunajca. Ujęcie składa się z 3 studni: C-1, C-2 i C-3, zlokalizowanych wzdłuż lewego brzegu Czarnego Dunajca. Studnie odwiercono w latach 1987–1989. Dla wszystkich ustalono, że ich zasoby eksploatacyjne należą do kategorii „B”, a ich wysokość  $Q_e = 45 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , przy depresji  $S_e$  od 5,2 do 9,2 m. Zatwierdzone zasoby eksploatacyjne poszczególnych studni wynoszą: studnia C-1 –  $Q_e = 20,6 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ,  $S_e = 6,8 \text{ m}$ ; studnia C-2 –  $Q_e = 13,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ,  $S_e = 9,2 \text{ m}$ ; studnia C-3 –  $Q_e = 11,0 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ,  $S_e = 5,2 \text{ m}$ .

## Ujęcie S-10 skarpa

Ujęcie tworzy studnia o głębokości 38,5 m wykonana w 1987 r., która poprzednio, jak ujęcie Ludźmierska, należała do Nowotarskich Zakładów Przemysłu Skórzanego „Podhale”, a po ich likwidacji została przejęta przez MZWik w Nowym Targu.

## Ujęcie S-1 na bazie

Stanowi je studnia wiercona o głębokości 23,0 m, wykonana w 1989 roku, ujmująca połączone poziomy czwartorzędowy i neogeński. Zasoby eksploatacyjne studni wynoszą  $Q_e = 5,8 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  przy depresji  $S_e = 2,5 \text{ m}$ .

Tabela 1. Charakterystyka ujęć  
Table 1. Characteristics of water intakes

Nr studni Number of well	Rzędna terenu m n.p.m. Datum m a.s.l.	Wydajność – Yield		Miaższość warstwy wodonosnej Aquifer thickness m	Depresja Depression m	Głębokość studni Depth of well m	Wskaźnik przewodności hydraulicznej Hydraulic transmissivity coefficient $m^2 \cdot s^{-1}$	Współczynnik filtracji Filtration coefficient $m \cdot s^{-1}$
		eksploatacyjna exploitation $m^3 \cdot h^{-1}$	jednostkowa unitary $m^3 \cdot h^{-1} \cdot m^{-1}$					
Ludźmierska								
S-1	607,8	45,0	8,71	>29,0	9,7	39,4	>232	8,0
S-2	608,5	31,9	2,37	28,0	7,0	40,0	106	3,8
S-3	608,4	31,3	5,91	31,1	7,3	44,2	185	5,93
S-4	608,5	31,0	1,53	26,4	8,8	45,0	36	1,38
S-5	608,4	24,0	2,53	>27,3	12,0	42,0	>63	2,3
S-6a	607,1	32,0	1,3	>32,2	11,2	45,0	>60	1,87
Równia Szafarska								
S-1bis	616,0	22,0	5,72	7,4	3,8	21,0	138	18,7
S-11bis	615,5	19,0	4,42	9,0	4,85	20,0	103	–
S-19	617,2	50,6	20,45	10,0	4,2	27,5	640	64,0
S-23	616,0	31,4	19,8	7,4	4,8	24,0	463	62,5
„Greł”								
C-1	590,0	20,6	3,21	22,0	6,8	27,2	138	6,25
C-2	689,7	13,5	6,49	23,0	9,2	28,5	93	4,02
C-3	589,8	11,0	2,08	23,5	5,2	30,0	108	4,62
S-10 skarpa								
S-10	600,9	28,8	5,52	24,2	40	38,5	204	8,45
S-1 na bazie								
S-1	581,9	5,8	1,83	13,0	2,5	23,0	44	3,4
Bór								
L-1	611,7	26,7	7,11	6,5	4,65	25,0	172	26,5
L-2	612,8	10,17	28,0	6,7	3,7	25,0	255	38,1
L-3	614,2	9,48	29,0	7,5	3,7	25,0	282	37,6
L-4	615,3	18,5	28,8	8,2	2,4	25,0	528	64,4



## JAKOŚĆ UJMOWANYCH WÓD

Określenie jakości wód podziemnych ujmowanych ujęciami zlokalizowanymi na terenie Nowego Targu obejmuje analizy fizyko-chemiczne i bakteriologiczne prób wody pobranych z poszczególnych studni badanych ujęć w 2007 roku (tab. 2).

Temperatury wód omawianych studni wahały się w granicach od 12,6 do 16,0°C. Najwyższe cechowały wody studni L-1 i L-2 ujęcia Bór oraz studnie ujęcia Ludźmierska, najniższe zaś wody studni S-11bis ujęcia Równia Szafarska i L-3 Bór.

Najwyższą występującą mętność wody – powyżej 2 NTU, miały wody studni L-2 ujęcia Bór, pozostałe wody w studniach ujęć miały mętność niską poniżej 1 NTU.

Przewodność elektrolityczna i twardość ogólna wód wahała się odpowiednio w granicach 310 do 1973  $\mu\text{S}$  oraz 163,9 do 696,8  $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ , przy czym najwyższe ich wartości wystąpiły w wodach studni L-1 ujęcia Bór, a najniższe w wodach studni C-3 ujęcia Grel. Wysokie wartości zarówno przewodności, jak i twardości ogólnej wskazują na zwiększoną mineralizację wody kwalifikującą je do wód słodkawych – akratopog, i wód bardzo twardych, niskie wartości natomiast do wód bardzo słodkich i średnio twardych. Pod względem twardości wody ze studni L-1 Bór należy uważać za bardzo twarde, ze studni S-11bis i S-19 Równia Szafarska oraz studni L-4 Bór i S-10 skarpa za twarde, pozostałe zaś za średnio twarde.

Po względem odczynu pH wahającego się w zakresie 7,29–7,96 badane wody można zaliczyć do wód bardzo słabo zasadowych. Stężenie jonów żelaza ogólnego w wodach studni L-4 ujęcia Bór i studni ujęcia Ludźmierska w niewielkim stopniu przekraczały wartości normowe (powyżej 0,2  $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ). W pozostałych studniach stężenia te były niskie – poniżej wartości dopuszczalnej. Stężenia jonów manganowych natomiast były bardzo niskie – znacznie poniżej dopuszczalnej wartości 0,05  $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Stężenia jonów chlorkowych w większości wód badanych studni były też niskie – poniżej 100  $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ , za wyjątkiem studni L-1 ujęcia Bór, w której dochodziły do 390  $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ , znacznie przekraczając wartość dopuszczalną dla wód do spożycia przez ludzi wynoszącą 250  $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Ponieważ w większości studni wody mają stężenie chlorków poniżej 60  $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ , które stanowi tło hydrogeochemiczne [Witczak i Adamczyk 1995], przypuszcza się, że wartości powyżej tego stężenia wskazują na mniejszy lub większy wpływ antropogenicznego zanieczyszczenia wód powierzchniowych, z których ujęcia są częściowo alimentowane. Chlorki już w stężeniach około 50  $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  są groźne dla osób chorych na serce, a w ilości większej niż 250  $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  mogą wywołać nadciśnienie tętnicze krwi, są też szkodliwe dla roślin [Medycyna naturalna... 1990].

Stężenia jonów siarczanowych we wszystkich wodach badanych ujęć są niskie – poniżej 11,5  $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ , a często bardzo niskie – poniżej 1,0  $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Jony magnezowe występują w badanych wodach w stężeniach 4,5–40,7  $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ , a jony wapniowe w stężeniach 58,3–212,0  $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Utlenialność ujmowanych wód waha się w zakresie od 0,73 do 3,18  $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ , będąc niższą od dopuszczalnej wynoszącej 5  $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Stężenia zarówno amoniaku, jak i azotynów w badanych wodach są poniżej wartości dopuszczalnych przez normy dla wód do spożycia przez ludzi, natomiast stwierdza się w wodach studni S-1 Ludźmierska, wszystkich z Równi Szafarskiej, L-2, L-3 i L-4 Bór oraz S-10 skarpa podwyższone ponad 5,0  $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ , dopuszczalne stężenia azota-



Tabela 2 Zestawienie jakości wód podziemnych wg stanu na r. 2007 z eksploatowanych ujęć na terenie Nowego Targ  
 Table 2. Statement of quality of underground waters, according to 2007 status, taken from the exploited intakes in the area of Nowy Targ

Ujęcie wód podziemnych Groundwater intake		Ludźmierska			Równia Szafarska			Bór			Grel	S-10 skarpa	
Składnik wody Component of water	Jednostka Unit	S-1	wszystkie all	S-1lbis	S-11lbis	S-19	S-23	L-1	L-2	L-3	L-4	C-3	S-10
Temperatura Temperature	°C	15,4	15,8	13,4	12,6	13,5	13,6	15,7	16	12,8	13	14,1	14,2
Barwa – Colour	mg Pt · dm <sup>-3</sup>	0,674	0,101	2,91	0,135	0,034	0,067	0,152	5,49	0,202	0,051	0,253	0,168
Mętność – Turbidity	NTU	0,379	0,163	0,973	0,163	0,109	0,028	0,136	2,27	0,271	0,082	0,136	0,109
Przewodność elektrolityczna Electrical conductivity	µS	529	410	629	733	704	594	1973	837	520	663	310	461
Odczyn wody – Reaction	pH	7,68	7,36	7,7	7,59	7,45	7,65	7,78	7,96	7,68	7,66	7,29	7,66
Mangan – Manganese		0,005	0,002	0,022	0	0,005	0,003	0,003	0,039	0,008	0,006	0,001	0,003
Żelazo ogólne Total iron		0,142	0,211	0,181	0,136	0,185	0,135	0,135	0,191	0,147	0,212	0,187	0,19
Żelazo – Iron <sup>+2</sup>		0,119	0,199	0,149	0,121	0,168	0,132	0,109	0,166	0,133	0,155	0,128	0,152
Żelazo – Iron <sup>+3</sup>		0,023	0,012	0,032	0,015	0,018	0,003	0,026	0,025	0,013	0,057	0,059	0,038
Utleniałość Oxygen consumption		1370	893,2	1177	1096	1086	1228	3176	1319	1553	933,8	1116	730,8
Magnez – Magnesium		9,07	10,5	28,5	18,1	19,8	12,8	40,7	15	13,6	16,1	4,45	15,3
Wapń – Calcium		64,4	78,2	130	98,4	101	78,9	212	89,8	82,3	96,2	58,3	102
Fosforany – Phosphates		0,016	0,167	0,057	0,075	0,038	0,032	0,019	0,091	0,094	0,052	0,102	0,063
Chlorki – Chlorides		9,62	9,42	57,2	79,2	65,2	47,1	390	53,8	33,9	36,5	4,11	26,1
Siarczany – Sulphates		0,106	0,876	11,2	0,083	0,806	2,9	8,71	6,21	8,59	1,83	0,572	3,16
Twardość ogólna Total hardness		198,1	238,5	414,9	320,2	333,7	249,7	696,8	285,59	261,5	306,5	163,9	317,7
Amoniak – Ammonia		0,012	0,015	0,021	0,026	0,024	0,02	0,019	0,024	0,018	0,02	0,018	0,023
Azotyny – Nitrides		0,08	0,023	0,016	0,01	0,01	0,028	0,011	0,016	0,023	0,039	0,011	0,011
Azotany – Nitrates		5,18	3,69	8,54	17,9	14,2	11,8	4,47	16,6	18,6	11,9	2,46	11,8
Zasadowość – Alkalinity	mval · dm <sup>-3</sup>	3,29	3,69	6,38	4,78	5,16	4,03	8,07	4,3	4,18	5,22	3,04	4,29

nów świadczące o odległym i nieswieżym zanieczyszczeniu bakteriologicznym wód. Wskaźniki stanu bakteriologicznego ujmowanych wód wszystkich badanych studni nie budzą zastrzeżeń (tab. 2).

## PODSUMOWANIE

Dla przypomnienia: Miejski Zakład Wodociągów i Kanalizacji w Nowym Targu eksploatuje aktualnie 6 ujęć wód podziemnych: Ludźmierska, Równia Szaflarska, Bór, Grel, S-10 skarpa oraz S-1 baza. Zlokalizowane one są na terenie tarasów rzecznych Białego i Czarnego Dunajca i ujmują w większości przypadków czwartorzędowe aluwialne wody podziemne wchodzące w skład Głównego Zbiornika Wód Podziemnych (GZWP) nr 440 Dolina Kopalna Nowy Targ.

W żywotnym interesie stolicy Podhala jest zadbanie o dobrą jakość ujmowanych wód podziemnych, gdyż obszary perspektywiczne dla lokalizacji i budowy nowych ujęć stanowią niewielki procent całości analizowanego obszaru. Część tego obszaru eliminuje aktualne zagospodarowanie, pokrycie terenu obszarem leśnym oraz projektowana obwodnica Nowego Targu.

Wody podziemne miasta Nowego Targu stanowią ważne źródło wody do spożycia przez ludzi i muszą być systematycznie poddawane badaniom w celu wykrycia ewentualnego zagrożenia ich jakości, tym bardziej, że owa jakość na omawianym obszarze jest uwarunkowana w dużym stopniu czystością wód Białego i Czarnego Dunajca, które w dość znacznym stopniu zasilają niektóre z omawianych ujęć. W celu zabezpieczenia jakości wód podziemnych należy dążyć do osiągnięcia jak najlepszego stanu jakości wód powierzchniowych, szczególnie w rzece Biały Dunajec. Ważne jest też utrzymanie powierzchniowego ujęcia wody w Szaflarach jako ujęcia uzupełniającego i awaryjnego źródła wody.

Przedstawione wyniki badań jakościowych wskazują na podwyższoną mętność przekraczającą 2 NTU oraz stężenie jonów chlorkowych dochodzące do  $390 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  w wodach studni L-1 ujęcia Bór, oraz podwyższone ponad dopuszczalne  $5,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  stężenia jonów azotanowych w wodach studni S-1 Ludźmierska, wszystkich studni Równi Szafarskiej, L-2, L-3 i L-4 Bór oraz S-10 skarpa świadczące o odległym i starym zanieczyszczeniu bakteriologicznym wód, a także podwyższone w niewielkim stopniu stężenia jonów żelaza ogólnego przekraczające wartości normowe (powyżej  $0,2 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) w wodach studni L-4 ujęcia Bór i studni ujęcia Ludźmierska. Stan bakteriologiczny wód omawianych ujęć nie budzi zastrzeżeń.

## PIŚMIENNICTWO

- Cibrowska H., Rudnicka A., 2007. *Dietetyka*. Wyd. Lekarskie PZWL Warszawa.
- Górka J., 2009. *Koncepcja docelowego zaopatrzenia miasta Nowy Targ*. Krakowskie Przedsiębiorstwo Geologiczne „ProGeo” Sp. z o.o. Kraków.
- Howard J., 1974. *The cost of ground water versus surface water*. Water Well J. 8.
- Macioszczyk A., Dobrzyński D., 2007. *Hydrogeochemia*. Wyd. Naukowe PWN Warszawa.
- Medycyna naturalna, 1990. *Pr. zbiorowa*. PZWL Warszawa.

- Pawuła A., Błaszyk T., 1980. Kryteria źródeł zasilania systemów wodociągowych. Biul. Tech. CTK 1, 19–22.
- Pospieszalski W., Synowiec K., Cieśla G., 2003. Zanieczyszczenia wód Białego Dunajca na tle badań monitoringowych. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska Kraków, <http://www.krakow.pios.gov.pl/publikacje/2003/biadun.pdf>.
- Punzet J., 1982. Charakterystyka hydrologiczna dorzecza Dunajca. Roczn. Sąd. 17, 369–399.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz.U. z 2010 r. Nr 72, poz. 466.
- Witczak S., Adamczyk A.F., 1995. Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczenia wód podziemnych i metod ich oznaczania. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska Warszawa.

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 12.12.2013*