

Stefan Satora, Krzysztof Chmielowski, Ewelina Milijanović

**WYKORZYSTANIE WÓD RZEKI SAN
DO ZAOPATRZENIA W WODĘ
DO CELÓW KOMUNALNYCH
WYBRANYCH AGLOMERACJI MIEJSKICH**

***USING OF SAN RIVER WATERS TO SUPPLY CHOSEN
URBAN AGGLOMERATIONS IN MUNICIPAL WATER***

Streszczenie

W artykule przedstawiono sposoby ujmowania jak również wyniki badań jakości wody surowej pobieranej na rozpatrywanych ujęciach z rzeki San dla zaopatrzenia wybranych aglomeracji miejskich. Zaprezentowano w nim także wyniki badań dotyczących ilości wody pobieranej dla potrzeb wodociagowych na ujęciach w trzech miejscowościach: Zaslów, Trepcza (dla m. Sanoka i Zagórza) oraz Jarosław. Łączna ilość pobieranej w 2006 roku wody dla wyżej wymienionych miast wynosząca $4,47 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ stanowi znaczny (55,9%) udział niskich przepływów rzeki San. Woda pobierana dla Sanoka, Zagórza i Jarosławia ze S.U.W. jest wodą powierzchniową, pod względem jakości należącej do kategorii A3, wymagającej wysokosprawnego uzdatniania fizycznego, chemicznego i bakteriologicznego (dezynfekcji). Średnie stężenie zawiesiny ogólnej w 2006 w wodzie surowej wyniosło $11,4 \text{ mg dm}^{-3}$ na ujęciu w miejscowości Zaslów, natomiast na ujęciu w Trepczy stężenie to kształtowało się w wysokości $19,2 \text{ mg dm}^{-3}$. Średnia liczba bakterii grupy coli typu kałowego w miejscowości Zaslów wyniosła 2222 sztuk w 100 ml wody surowej, podczas gdy w Trepczy ukształtowała się na poziomie 3275 sztuk w 100 ml wody surowej. Średnie stężenia zanieczyszczeń w wodzie pobieranej na ujęciu w Jarosławiu w okresie od 1999 do 2001 roku kształtowały się następująco: mętność wody $22,50 \text{ mg dm}^{-3}$, stężenie jonów żelaza $0,30 \text{ mg dm}^{-3}$, stężenie jonów manganu średnio $0,09 \text{ mg dm}^{-3}$, pH 7,5, stężenie azotynów $0,006 \text{ mg dm}^{-3}$, twardość wody od 140 do 321 (średnio 230) $\text{mg dm}^{-3} \text{ CaCO}_3$, stężenie jonów chlorkowych $17,20 \text{ mg dm}^{-3}$.

Słowa kluczowe: wykorzystanie wód powierzchniowych, ujęcia, ilość i jakość wody

Summary

The paper presents the ways of catching raw water in the investigated intakes on The San River for supplying of the chosen agglomerations as well as its quality analyses' results. Moreover it presents results of analyses concerning amount of water collected for waterworks' needs in water intakes in three places: Zaslów, Trepcza (for Sanok and Zagórze) and Jarosław. The total amount of the taken water in 2006 for the above mentioned towns - $4,47 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ – constitutes the significant (55,9%) part of the low flows of The San River. Water taken for Sanok, Zagórze and Jaroslaw from S.U.W. is the surface water, regarding the quality, this water belongs to the A3 category, which needs the high performance physical, chemical and bacteriological (disinfection) treatment. The average concentration of total suspended solids in 2006 in the raw water was $11,4 \text{ mg dm}^{-3}$ in the intake in Zaslów town, whereas in the Trepcza intake this concentration valued $19,2 \text{ mg dm}^{-3}$. The average amount of the fecal coliforms in Zaslów town was 2222 c.f.u. in 100 ml of raw water, whereas in Trepcza it valued 3275 c.f.u. in 100 ml of raw water. The average pollution concentrations in water taken in Jarosław intake in the period from 1999 to 2001 had the following values: turbidity of water $22,50 \text{ mg dm}^{-3}$, ferric ions' concentration $0,30 \text{ mg dm}^{-3}$, average manganese ions' concentration $0,09 \text{ mg dm}^{-3}$, pH 7.5, nitrites' concentration $0,006 \text{ mg dm}^{-3}$, hardness of water from 140 to 321 (average 230) $\text{mg dm}^{-3} \text{ CaCO}_3$, chloride ions' concentration $17,20 \text{ mg dm}^{-3}$.

Key words: using of surface waters, intakes, quantity and quality of water

WSTĘP

Rozwój i rozbudowa miast i zakładów przemysłowych oraz unowocześnianie gospodarki rolnej pociąga za sobą konieczność stałego dostarczania wody o odpowiedniej jakości oraz zwiększonej, potrzebnej niekiedy bardzo dużej ilości. Woda jest substancją, bez której nie może obejść się człowiek i nie można bez niej realizować żadnej dziedziny gospodarczej. Duże jej ilości wykorzystywane są też do celów komunalnych, w szczególności do spożycia przez ludzi oraz sanitarnych. Źródłem dużej ilości wody zlokalizowanym w niedalekiej odległości od miejsca zaopatrzenia są najczęściej ciekły powierzchniowe, które są w pełni zdolne do pokrycia potrzeb wody dużych aglomeracji miejskich [Budziło 1998; Budziło, Wieczysty 2001]. Dobrym tego przykładem jest właśnie obszar objęty Związkiem Gmin Turystycznych Pogórza Dynowskiego przez teren którego przepływa San. Rzeka ta z uwagi na prowadzenie dużych ilości wody dochodzących do $22,4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (przepływ niski $8,0 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) jest źródłem zaopatrzenia wody dla czterech miast: Ustrzyki Dolne, Sanok, Przemyśl i Jarosław. Łącznie miasta te zamieszkuje 155,5 tys. osób (w tym 9,5 tys. Ustrzyki Dolne, po 40,0 tys. Sanok i Jarosław oraz Przemyśl 66,0 tys.). Do celów komunalnych w 2006 roku pobierano z Sanu dla zaopatrzenia Ustrzyk Dolnych 1226

tys. m³ wody, Sanoka 3438,7 tys. m³ (przez ujęcia Zastaw 1800,7 i Trepcza 1638,0 tys. m³), Przemyśla 4611,0 tys. m³ oraz Jarosławia 3306,1 tys. m³ (rys. 1). Łączna ilość pobieranej w 2006 roku wody dla wyżej wymienionych miast wynosząca 4,47 m³s⁻¹ stanowi znaczny (55,9%) udział niskich przepływów rzeki San [Praca zbiorowa... 2006]. Ponieważ wykorzystanie wód powierzchniowych Sanu dla zaopatrzenia dużych aglomeracji miejskich jest ściśle związane z aspektami ochrony ich ilości jak i jakości, w opracowaniu przedstawiono wybrane zagadnienia związane ze sposobem ujęcia i rozprowadzenia tych wód dla miast Sanoka oraz Jarosławia. Na rysunku 1 przedstawiono lokalizację ujęć wody badanych obiektów.



Rysunek 1. Usytuowanie ujęć wody badanych obiektów na tle województwa podkarpackiego

Figure 1. Location of the water intakes in the tested objects against the background of the Subcarpathian Voivodeship

CEL I ZAKRES BADAŃ

Celem artykułu jest charakterystyka ujęć wody rzeki San wykorzystywanej do celów komunalnych zaopatrzenia wybranych aglomeracji miejskich takich jak Sanok, Zagórz i Jarosław.

W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczących ilości wody pobieranej dla potrzeb wodociągowych na ujęciach w trzech miejscowościach: Zasław, Trencza oraz Jarosław, jak również wyniki badań jakości pobieranej wody surowej. W przypadku ujęć w Trenczy i Zasłaniu okres badawczy stanowiło wielolecie 2002–2006, natomiast dla Jarosławia lata 1995–2001. Okresy badawcze na ujęciach nie pokrywają się z sobą co jest wynikiem brakiem możliwości uzyskania odpowiednich danych, jednak pośrednio dają ogólne wyobrażenie o wielkości badanych elementów.

OPIS BADANYCH OBIEKTÓW

Rzeka San jest prawobrzeżnym dopływem Wisły. Jej długość wynosi 443,4 km. Główne źródła Sanu znajdują się na terytorium Ukrainy, na wschodnim stoku Piniaskowego w Bieszczadach Zachodnich, na wysokości 843 m n.p.m., w pobliżu Przełęczy Uzockiej. Na długości 55 km rzeka stanowi granicę państwa pomiędzy Polską i Ukrainą. Powierzchnia zlewni wynosi 16 861 km², w tym 14 390 km² znajduje się w Polsce, a 2471 km² na Ukrainie.

San uchodzi do Wisły w 378 kilometrze jej biegu, licząc od połączenia Czarnej i Białej Wiselki, 11 km poniżej Sandomierza, na wysokości 138 m n.p.m. Najdłuższym dopływem Sanu jest Wisłok, którego główne źródło znajduje się na północno-wschodnim stoku Baby w Beskidzie Niskim. Ujście tej rzeki do Sanu znajduje się we wsi Dębno. Wśród prawostronnych dopływów Sanu najdłuższa jest Tanew, jej główne źródła znajdują się u zachodniego podnóża Wielkiego Działu we wsi Huta Złomy. Najniższe stany wód Sanu obserwuje się przeważnie w miesiącach letnio-jesiennych (wrzesień, październik), kiedy zmniejsza się ilość opadów, a także zimowych, kiedy występuje pokrywa śnieżna, a grunt jest zamrznięty. W obrębie zlewni Sanu zlokalizowane są dwa zbiorniki zaporowe: Solina i Myczkowce.

Pod względem jakościowym wody Sanu można zaliczyć do drugiej (obszar źródłowy), trzeciej i czwartej (rejon ujścia do Wisły) klasy jakości wód powierzchniowych (Stan Środowiska w Województwie Podkarpackim w 2006 roku). W latach 2004–2006 jakość wód w cieku pogorszyła się, spośród dwudziestu punktów pomiarowo-badawczych zlokalizowanych na rzece, w sześciu z nich woda została zakwalifikowana do niższej klasy jakości [Józefek 2006; Skrzat 2005].

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH UJĘĆ WODY NA RZECE SAN

Ujęcie w Trepczy. Ujęcie wody i Stacja Uzdatniania Wody Trepcza dla Sanoka zlokalizowane są na lewym brzegu rzeki San poniżej miasta, na wysokości 282,4 m. n. p. m. Eksploatacją ujęcia zajmuje się Sanockie Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej w Sanoku, które posiada pozwolenie wodnoprawne na pobór wody powierzchniowej z rzeki San dla potrzeb komunalnych miasta Sanoka w ilości $Q = 180 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, obowiązujące do dnia 03.06.2009 r. Średnia wydajność ujęcia w roku 2005 wynosiła $4228 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$.

Jest to ujęcie brzegowe otwarte [Suszczewski 1968] usytuowane w zatoce na brzegu wklęsłym, gdzie głębokość nurtu i prędkość przepływu gwarantuje utrzymanie koryta w czystości. Okno wlotowe składa się z betonowej rury zabezpieczonej kratą. Wlot ujęcia umieszczony jest 1 metr poniżej zwierciadła wody przy niskim stanie wody i 1,5 metra ponad dnem rzeki.

Woda z ujęcia kierowana jest do studni zbiorczej, gdzie następuje dozowanie oraz szybkie mieszanie koagulanta. Rolę osadnika pełnią tutaj dwa zbiorniki brzegowe, usytuowane bezpośrednio przy Sanie. Pojemność jednego z nich wynosi 8 tys m^3 , drugi jest nieczynny. Zbiornik jest tak skonstruowany że w razie konieczności zamknięcia ujęcia w okresie zbyt dużej mętności wody w Sanie, praca ujęcia odbywa się na wodzie zgromadzonej w zbiorniku. Następnie woda pompowana jest za pomocą czterech pomp wody surowej bezpośrednio na czterokomorowy filtr pośpieszny o łącznej wydajności około $350 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, przy prędkości $5 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$. Kolejnym etapem uzdatniania jest promiennik reaktora UV, w którym woda zostaje odkażona promieniami ultrafioletowymi. Bezpośrednio za lampą następuje chlorowanie, mające na celu stabilizowanie parametrów wody i częściową dezynfekcję sieci wodociągowej. W dalszej kolejności woda wpływa do nowo wybudowanych zbiorników wody uzdatnionej o pojemności 526 m^3 każdy oraz do starszego zbiornika o pojemności 300 m^3 .

Ujęcie w Zaslawiu. Kolejnym ujęciem wód powierzchniowych zasilającym system wodociągowy Sanoka jest ujęcie wraz ze Stacją Uzdatniania Wody Zaslów. Jest ono zlokalizowane nad rzeką San, powyżej miasta. Wydajność ujęcia wynosi:

- $Q_{\min} = 100 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$,
- $Q_{\max} = 250 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

Eksploatacją ujęcia zajmuje się Sanockie Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej w Sanoku, które posiada pozwolenie wodnoprawne na pobór wody powierzchniowej z rzeki San dla potrzeb wodociągu komunalnego zaopatrującego w wodę mieszkańców miasta Sanoka i gmin sąsiednich w ilości $Q_{\max h} = 450,0 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, obowiązujące do dnia 03.01.2015 r.

Aby umożliwić pobór wody na rzece wybudowano jaz o wysokości piętrzenia wynoszącej 1,0 m. Pozwala on na pobór wody surowej z ujęcia brzegowego, następnie grawitacyjny przepływ do studni brzegowej, skąd woda jest pompowana na osadniki poziome, a później do budynku uzdatniania. W pompowni zamontowane są 3 pompy o łącznej wydajności $Q = 250 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ przy wysokości podnoszenia $H = 65 \text{ m}$ słupa wody i zapotrzebowaniu mocy 55 kW. W budynku stacji uzdatniania wody znajdują się:

- komora wstępna (z przepływem wody z dołu do góry),
- instalacja przygotowania i dozowania koagulantu,
- filtry pośpieszne kontaktowe,
- urządzenie firmy „WEDECO” do dezynfekcji wody promieniami UV,
- pompownia wody uzdatnionej wysokiego ciśnienia do przesyłania wody do wodociągu sanockiego.

Właścicielem, a zarazem eksploatatorem istniejącej na terenie Gminy Miasta Sanok i Gminy Zagórz sieci wodociągowej jest Sanockie Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej w Sanoku oraz Zakład Usług Technicznych w Zagórz [Józefek 2006].

Sieć wodociągowa podłączona do ujęcia w Trenczy zaopatrująca w wodę miasto Sanok ma łączną długość 151,3 km, natomiast podłączona do ujęcia w Zasłaniu zaopatrująca Zagórz 21,3 km. Jest to układ trzystrefowy, w którym w centralnej strefie zlokalizowany jest zbiornik wyrównawczy.

Ujęcie w Jarosławiu. Woda wykorzystywana do celów komunalnych dla miasta Jarosław oraz mniejszych miejscowości min. Pawłosiowa, Kidałowic i Muniny pochodzi z ujęcia brzegowego zlokalizowanego na rzece San. Eksploatacją ujęcia zajmuje się Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w Jarosławiu, które posiada pozwolenie wodno prawne na pobór wody w ilości $Q_{\text{maxd}} = 27000 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. Ujęcie usytuowane jest w lewym brzegu cieku i składa się z następujących urządzeń:

- trójkomorowego ujęcia powierzchniowego z kratami,
- rurociągów napływowych o średnicy 600 mm,
- studni zbiorczej wody surowej.

Z ujęcia woda jest tłoczona do Zakładu Uzdatniania, w którego skład wchodzi:

- budynek koagulacji,
- budynek mieszaczy szybkich i powolnych wraz z osadnikiem o przelewie poziomym,
- budynek filtrów poziomych,
- pompownia wody czystej,
- budynek chlorowni,
- pompownia wysokiego ciśnienia,
- zbiorniki wody czystej.

We wszystkich trzech Stacjach Uzdatniania oprócz dezynfekcji chemicznej wody, w tym przypadku chlorowania, zastosowano naświetlanie światłem ultrafioletowym.

W mieście Jarosław woda doprowadzana jest do mieszkańców, zakładów produkcyjnych, obiektów użyteczności publicznej i innych budynków za pomocą rurociągów magistralnych oraz rozdzielczych. Sieć wodociągowa ma układ pierścieniowo-promienisty, jednostrefowy. Jej łączna długość wynosi 175,9 km [Skrzat 2005].

WYNIKI I ANALIZA BADAŃ

Ilość ujmowanej wody

Trepcza. Średnia produkcja wody pobranej na stacji uzdatniania wody w Trepczy (tab. 1) kształtowała się od $4324 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ w roku 2005, do $4679 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ w roku 2004. Średnia ilość wody pobranej w latach 2002–2006 wyniosła $4542 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. Natomiast średnia ilość wody wtłoczonej wyniosła od $4228 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ w roku 2005, do $4515 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ w roku 2004. Średnia ilość wody wtłoczonej w latach 2002–2005 wyniosła $4415 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. Porównując ilość wody pobranej i wtłoczonej do wodociągu, można określić ilość wody zużywanej na potrzeby własne stacji uzdatniania wody. W głównej mierze potrzeby te wynikały z wykorzystania wody w procesie jej uzdatniania (płukanie filtrów, mycie zbiorników wyrównawczych). Zużycie wody na potrzeby własne SUW w Trepczy wahało się od $96 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ w roku 2005, do $176 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ w 2003 roku.

Zasław. Średnia produkcja wody pobranej na ujęciu w Zasławiu (tab. 1) kształtowała się od $4094 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ w roku 2004, do $4962 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ w roku 2002. Średnia ilość wody pobranej w latach 2002–2006 wyniosła $4563 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. Natomiast średnia ilość wody wtłoczonej wyniosła od $3829 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ w roku 2004, do $4628 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ w roku 2002. Średnia ilość wody wtłoczonej w latach 2002–2005 wyniosła $4220 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. Porównując ilość wody pobranej i wtłoczonej do wodociągu można określić ilość wody zużywanej na potrzeby własne stacji uzdatniania wody. W głównej mierze potrzeby te wynikały z wykorzystania wody w procesie jej uzdatniania (płukanie filtrów, mycie zbiorników wyrównawczych). Zużycie wody na potrzeby własne SUW w Trepczy wahało się od $106 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ w roku 2005, do $334 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ w 2002 roku [Józefek 2006].

Jarosław. Średnia produkcja wody wtłoczonej na ujęciu w Jarosławiu (tab. 1) kształtowała się w zakresie od $10\,436 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ w roku 1995, do $7181 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ w roku 2001. Średnia ilość wody wtłoczonej do sieci w latach 1995–2001 wyniosła $9236 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$. Daje się zauważyć wyraźną tendencję spadkową wody wtłaczanej w poszczególnych latach. Przyczyną tego może być wzrost cen za wodę wodociągową oraz za odprowadzane ścieki [Skrzat 2005].

Tabela 1. Produkcja wody na SUW w Treczy i Zasławiu w latach 2002 – 2006, oraz Jarosławiu w latach 1995–2001

Table 1. Water production on SUW (Water Purification Station) in Trecza and Zasław in 2002–2006 and in Jarosław in 1995–2001

Lp.	Rok/year	Woda/Water				Potrzeby własne SUW /demand m ³ d ⁻¹
		Pobrana/get		Wtłoczona/stuff		
		m ³ d ⁻¹	m ³ r ⁻¹	m ³ d ⁻¹	m ³ r ⁻¹	
SUW w Treczy						
1	2002	4622	1 687 030	4499	1 642 135	123
2	2003	4595	1 677 175	4419	1 612 935	176
3	2004	4679	1 707 835	4515	1 647 975	164
4	2005	4324	1 578 260	4228	1 543 220	96
5	2006	4488	1 638 000	b.d.	b.d.	b.d.
Średnia z lat 2002–2006/ average in years		4542	1 690 680	4415	1 642 135	140
SUW w Zasławiu						
1	2002	4962	1 811 130	4628	1 689 220	334
2	2003	4486	1 637 390	4185	1 527 525	301
3	2004	4094	1 494 310	3829	1 397 585	265
4	2005	4342	1 584 830	4236	1 546 140	106
5	2006	4933	1 800 700	b.d.	b.d.	b.d.
Średnia z lat 2002-2006/ average in years		4563	1 647 610	4220	1 538 110	252
SUW w Jarosławiu						
1	1995	b.d.	b.d.	10 436	3 809 000	b.d.
2	1996	b.d.	b.d.	9997	3 649 000	b.d.
3	1997	b.d.	b.d.	9775	3 568 000	b.d.
4	1998	b.d.	b.d.	9636	3 517 000	b.d.
5	1999	b.d.	b.d.	9060	3 307 000	b.d.
6	2000	b.d.	b.d.	8567	3 127 000	b.d.
7	2001	b.d.	b.d.	7181	2 621 000	b.d.
Średnia z lat 1995–2001/ average in years		b.d.	b.d.	9236	3 371 114	b.d.

b.d. – brak danych/ non data

Średnia ilość wody wtłoczonej do sieci wodociągowej w okresie 1995–2001 wynosząca 3371,1 tys. m³ jest niewiele wyższa od wielkości 3306,1 tys. m³ pobieranej z Sanu w 2006 roku, co potwierdza zmniejszanie się zużycia wody w Jarosławiu w okresie 2001–2006.

Jakość wody surowej pobieranej na rozpatrywanych ujęciach

Trepcza i Zasław (Sanok i Zagórz). Woda pobierana ze S.U.W. w Trepczy i Zasławiu jest wodą powierzchniową, należącej do III klasy jakości wymagającej znacznej ingerencji w procesie uzdatnienia. W wodzie surowej (tab. 2) zostały przekroczone ilości bakterii gr. coli, przez co na obu stacjach w wyniku remontu i przebudowy zostały zamontowane filtry UV, dezynfekujące wodę.

Tabela 2. Wyniki badań jakości wód surowych w wybranych punktach pomiarowych wg stanu na 2006 rok

Table 2. Results of water quality analyses in chosen measuring points according to the state from 2006

Rzeka /river	Punkt Pomiarowy / measuring point		Klasa Wód/ Walters class	Wskaźniki decydujące o klasie jakości wody / index inflow of water class quality			
	Nazwa /name	km		Nazwa wskaźnika/ index name	Wartość /Value		
					min	Max	Średnia /mean
San	Zasław	285,2	A3	Zawiesina ogólna /Total suspended solids [mg dm ⁻³]	5	30	11.4
				Barwa / colour [mgPt dm ⁻³]	6	18	10
				Odczyn / reaction [pH]	8	8.6	8.3
				Liczba bakterii gr. coli. kał./ number of coli [w 100 ml]	430	4300	2222
San	Trepcza	282.4	A3	Zawiesina ogólna /Total suspended solids [mg dm ⁻³]	5	62	19.2
				Barwa / colour [mgPt dm ⁻³]	5	22	11
				Odczyn / reaction [pH]	7.6	8.8	8.3
				Liczba bakterii gr. coli. kał./ number of coli [w 100 ml]	1500	6400	3275

Stężenie zawiesiny ogólnej na ujęciu w miejscowości Zasław wahało się w przedziale od 5 do 30 mg dm⁻³ a wartość średnia wyniosła 10 mg dm⁻³. Barwa wody surowej mieściła się w granicach od 6 do 18 mgPt dm⁻³ a wartość średnia ukształtowała się na poziomie 10 mgPt dm⁻³. Odczyn pH wahał się w przedziale od 8 do 8,6 a średnio wyniósł 8,3. Liczba bakterii grupy coli typu kałowego mieściła się w przedziale od 430 do 4300 sztuk w 100 ml, podczas gdy średnia wartość ukształtowała się w 100 ml wody surowej na poziomie 2222 sztuk.

Na ujęciu w miejscowości Trepcza natomiast stężenie zawiesiny ogólnej wahało się w przedziale od 5 do 62 mgdm⁻³ a wartość średnia wyniosła 19,2 mgdm⁻³. Barwa wody surowej mieściła się w granicach od 5 do 22 mgPt dm⁻³ a wartość średnia ukształtowała się na poziomie 11 mgPt dm⁻³. Odczyn pH wahał się w przedziale od 7,6 do 8,8 i średnio wyniósł 8,3. Liczba bakterii grupy coli typu kałowego mieściła się w przedziale od 1500 do 6400 sztuk w 100 ml, podczas gdy średnia wartość ukształtowała się na poziomie 3275 sztuk w 100 ml wody surowej [Józefek].

Jarosław. W wyniku badań składu fizyczno-chemicznego wód surowych pobranych z Sanu w pobliżu Jarosławia (tab. 3) przeprowadzonych w okresie od 1999 do 2001 roku stwierdzono [Skrzat 2005]:

- wysoką mętność wody od 3 do 280 (średnio 22,5) mg dm⁻³,
- stężenie jonów żelaza od 0,04 do 0,5 (średnio 0,30) mg dm⁻³,

Tabela 3. Wyniki badań fizyko-chemicznych prób wody ujmowanej z rzeki San dla miasta Jarosław [Rozporządzenie... 2002]

Table 3. Results of physicochemical analyses of samples of water taken from San River for Jarosław [Rozporządzenie... 2002]

Lp.	Oznaczenie designation	Jednostka unit	1999 rok /year			2000 rok/year			2001 rok/year		
			min	max	średnia mean	min	max	średnia mean	min	max	średnia mean
1	Mętność /dimness	mg dm ⁻³	3	200	32,6	5	100	18	2,8	280	16,9
2	Barwa /colour	mgPt dm ⁻³	15	40	21,35	15	50	20	15	85	19
3	Zapach / smell	–	z2R	z3R	–	z2R	z3R	–	z2R	z3R	–
4	Odczyn reaction	pH	7,4	8,0	7,6	7,3	8	7,7	7,2	7,6	7,4
5	Utlenialność	mgO ₂ dm ⁻³	2,5	11,8	4,6	2,3	8	4,06	2,4	9,5	4,6
6	Azotyny /nitrite N-NO ₂	mg dm ⁻³	0,003	0,03	0,007	0,003	0,05	0,006	0,003	0,02	0,006
7	Azotany /nitrate N-NO ₃		0,10	2,5	1,1	0,15	2,5	0,58	0,05	2	1
8	Chlorki /chloride Cl		12	33	22	12	32	22,42	12	38	18,1
9	Żelazo /iron Fe		0,04	0,8	0,38	0,05	0,5	0,28	0,05	0,73	0,25
10	Mangan /manganese Mn		0,03	0,3	0,17	0,01	0,2	0,007	0,02	0,25	0,08
11	Twardość /inflexibility CaCO ₃		156	321	229	140	296	208,5	141	321	211,2
12	Zasadowość alkalinity		2,5	6	4	3,2	4,6	3,85	3,3	4,6	3,9

- stężenie jonów manganu od 0,01 do 0,3 (średnio 0,09) mg dm^{-3} ,
- słabo zasadowy odczyn od 7,2 do 8,0 (średnio 7,5) pH,
- stężenie azotynów od 0,003 do 0,05 m (średnio 0,006) mg dm^{-3} ,
- twardość wody od 140 do 321 (średnio 230) $\text{mg dm}^{-3} \text{CaCO}_3$,
- stężenie jonów chlorkowych od 12 do 38 (średnio 17,20) mg dm^{-3} .

Wyniki badań wskazują na znacznie podwyższoną mętność wody, oraz niekiedy podwyższone stężenia jonów żelaza i manganu w stosunku do wymagań stawianych wodzie powierzchniowej przeznaczonej do spożycia przez ludzi (mętność 1; żelazo 0,2; mangan 0,05 mg dm^{-3})

PODSUMOWANIE

Rzeka San jest źródłem zaopatrzenia wody dla czterech miast: Ustrzyki Dolne, Sanok, Przemyśl i Jarosław. Do celów komunalnych w 2006 roku pobierano z Sanu dla zaopatrzenia Ustrzyk Dolnych 1226 tys. m^3 wody, Sanoka 3438,7 tys. m^3 (przez ujęcia Zastaw 1800,7 i Trepcza 1638,0 tys. m^3), Przemyśla 4611,0 tys. m^3 oraz Jarosławia 3306,1 tys. m^3 . Łączna ilość pobieranej w 2006 roku wody dla wyżej wymienionych miast wynosząca 4,47 $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ stanowi znaczny (55,9%) udział niskich przepływów rzeki San.

Tendencja spadkowa ilości wody włączanej do sieci na stacji uzdatniania w Jarosławiu w latach 1995–2001 może wynikać ze wzrostu cen za wodę wodociągową oraz za odprowadzane ścieki.

Woda pobierana dla Sanoka i Zagórza ze S.U.W. w Trepczy i Zastawiu jest wodą powierzchniową, pod względem jakości należącej do kategorii A3, wymagającej wysokosprawnego uzdatniania fizycznego, chemicznego i bakteriologicznego (dezynfekcji) [Rozporządzenie... 2002].

Średnie stężenie zawiesiny ogólnej w 2006 w wodzie surowej wyniosło 11,4 mg dm^{-3} na ujęciu w miejscowości Zastaw, natomiast na ujęciu w Trepczy stężenie to kształtowało się w wysokości 19,2 mg dm^{-3} .

Średnia liczba bakterii grupy coli typu kałowego w miejscowości Zastaw wyniosła 2222 sztuk w 100 ml wody surowej, podczas gdy w Trepczy kształtowała się na poziomie 3275 sztuk w 100 ml wody surowej.

Średnie stężenia zanieczyszczeń w wodzie pobieranej na ujęciu w Jarosławiu w okresie od 1999 do 2001 roku kształtowały się następująco: mętność wody 22,50 mg dm^{-3} , stężenie jonów żelaza 0,30 mg dm^{-3} , stężenie jonów manganu średnio 0,09 mg dm^{-3} , pH 7,5, stężenie azotynów 0,006 mg dm^{-3} , twardość wody od 140 do 321 (średnio 230) $\text{mg dm}^{-3} \text{CaCO}_3$, stężenie jonów chlorkowych 17,20 mg dm^{-3} .

BIBLIOGRAFIA

- Budziło B. *Problemy w eksploatacji ujęć wód powierzchniowych*. Wyd. PZITS nr. 599, 1988.
- Budziło B., Wieczysty A. *Projektowanie ujęć wody podziemnej*. Politechnika Kraków, 2001.
- Józefek P. *Charakterystyka wodociągów dla miast Sanok i Zagórz*. Praca dyplomowa AR Kraków 2006.
- Kłoss H., Roman N. *Problemy niezawodności wybranych urządzeń technicznych*. Wydaw PZiTS Kraków Dębe 1979.
- Praca zbiorowa pod kierownictwem M. Suchy. Stan środowiska w woj. podkarpackim w roku 2006. WiOŚ Rzeszów 2006.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 listopada 2002 r., w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia (Dz.U. Nr 204, poz. 1728).
- Skrzat D. *Charakterystyka wodociągu dla zaopatrzenia w wodę miasta Jarosław*. Praca dyplomowa. AR Kraków, 2005.
- Suszczewski K. *Ujęcia wody powierzchniowej*. Arkady, Warszawa 1968.

dr hab. inż. Stefan Satora,
dr inż. Krzysztof Chmielowski,
mgr inż. Ewelina Milijanović
Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej
Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Recenzent: *Prof. dr hab. Stanisław Czaban*