Acta Juvenum vol. 3: s. 81-85, 2018
I Ogólnokształcące Liceum Akademickie
im Janiny Kossakowskiej-Dębickiej
w Kielcach

WPŁYW TERENÓW ZURBANIZOWANYCH NA WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNOCHEMICZNE RZEKI SILNICY

THE INFLUENCE OF URBANIZED AREAS ON PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE SILNICA RIVER

An Xiue

ABSTRACT

Water pollution is defined as a change of psychical and chemical properties and chemical composition and presence of increased number of bacteria and microorganisms. These change are most often caused by a human activity connected with urbanization and industrial development. Particularly rivers flowing in cities are in danger of pollution. The test was conducted in May 2017 in Kielce where the Silnica river flows. 5 points where chosen in the river in which basic measurements of psychical and chemical properties were made, such as pH conductivity and oxygen content in the water. The first point was located where the river enters the city boundaries, points 2–4 were chosen in different parts of the city, point 5 was located where the river exits the city boundaries. It was stated that physical and chemical properties of the water in the city river change visibly. All the tested parameters show increased numbers at the exit of the city: pH increased by 1.08, conductivity – 311 $\mu S*cm^{-1}$ oxygen content – 5.88 mg O_2*dm^{-1}.

Słowa kluczowe: miasto, zanieczyszczenie rzeki, właściwości fizycznochemiczne
***Key words*:** *city, river pollution, , physical and chemical properties*

An Xiue, kl. II, I Ogólnokształcące Liceum Akademickie im. Janiny Kossakowskiej-Dębickiej w Kielcach, e-mail: 1603074885@qq.com

Opiekun merytoryczny/*Guardian substantive*: prof. dr hab. Marek Jóźwiak

Wprowadzenie

Woda jest jednym z głównych elementów środowiska naturalnego, zajmuje około 75% powierzchni Ziemi. W środowisku woda występuje jako: woda powierzchniowa, podpowierzchniowa, podziemna (źródła) i glebowa (roztwór glebowy). Substancje w wodzie mogą być pochodzenia naturalnego lub są wprowadzone przez człowieka.

Zanieczyszczenie wód definiuje się jako zmianę właściwości fizycznochemicznych i składu chemicznego oraz obecność w wodzie zwiększonej ilości bakterii i mikroorganizmów. Zmiany te najczęściej spowodowane są aktywnością człowieka związaną z intensyfikacją rolnictwa, rozwojem miast i przemysłu. Szczególnie narażone na zanieczyszczenia są rzeki przepływające przez miasta, których wpływ na stan czystości ich wód związany jest z uszczelnieniem terenów poprzez zabudowę mieszkaniową, sieć komunikacyjną, parkingi i zakłady przemysłowe (Ciupa i in. 2011). Taką sytuację mamy w Kielcach, gdzie przez centrum miasta przepływa rzeka Silnica. Wypływa na wysokości 360 m n.p.m. z Pasma Masłowskiego. Ma 18,8 km długości, w tym 91,4% płynie w granicach miasta (Sulczewska i in. 2012). Silnica jest rzeką podgórską, o czym decydują spadki w profilu podłużnym i duża zmienność przepływów (Ciupa 2012). Kielce zajmują powierzchnię 109,45 km^2 i charakteryzują się dużym zróżnicowaniem morfologicznym.

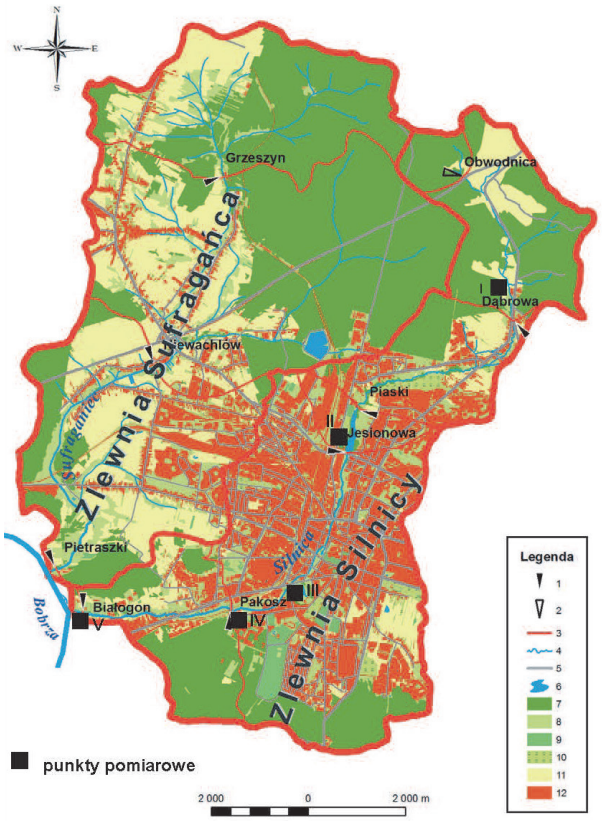
W przeważającej części leżą w kotlinie otoczonej od północy Pasmem Masłowskim, a od południa pasmami Posłowickim i Dymińskim. Płynąca w dnie doliny rzeka Silnica jest odbiorcą spływających z miasta wód opadowych.

Zgodnie z Ramową Dyrektywą Wodną wszystkie wody, w tym również rzeki płynące przez tereny zurbanizowane, powinny mieć dobry stan ekologiczny (Buchholz 1990; Hermanowicz 1999).

Celem badań była ocena właściwości fizycznochemicznych rzeki płynącej w granicach miasta.

Metodyka badań

Badania przeprowadzono w maju 2017 roku. Wytypowano 5 punktów, w których dokonano pomiarów (ryc. 1). Punkt I zlokalizowano na granicy miasta, gdzie Silnica wpływa na teren Kielc, II punkt reprezentował wody Zalewu Kieleckiego, III punkt zlokalizowano poniżej mostu na ul. Krakowskiej, IV punkt wytypowano na osiedlu Pakosz na wysokości ul. Rzecznej, V punkt – na granicy miasta, gdzie rzeka opuszcza granice Kielc (ryc. 1).



Ryc. 1. Punkty pomiarowe na rzece Silnica (wykorzystano mapę użytkowania zlewni Silnicy i Sufragańca, Ciupa 2012)
Fig. 1. Measuring points on the Silnica river (use the Sufraganiec and Silnica river basin land use map, Ciupa 2012)

Do badań wykorzystano miernik jakości wody HQd (*High Quality Digital*) firmy Hach (fot. 1).

Miernik HQD wyposażony był w sondę pHC101 PL do pomiaru pH w wodzie, sondę LDO101 PL do pomiaru stężenia tlenu rozpuszczonego w wodzie oraz sondę CDC 401 do pomiaru konduktywności.

Fot. 1. Miernik jakości wody HQD (fot. M. Jóźwiak)
Photo 1. HQd Meters and Probes (photo. M. Jóźwiak)

Sonda LDO 101 PL

Zakres pomiaru zawartości rozpuszczonego tlenu: 0,1 do 20,0 mg/l (ppm) przy nasyceniu od 1 do 200%. Dokładność pomiaru: ±0,1 mg/l przy zawartości na poziomie od 0 do 8 mg/l ±0,2 mg/l przy zawartości powyżej 8 mg/l.

Sonda pHC101 PL

Zakres pH 2 do 14 pH przy temperaturze 25°C (77°F). Temperatura robocza od 0 do 50°C.

Fot. 2. Autorka opracowania w trakcie wykonywania pomiarów (fot. M. Jóźwiak)
Photo 2. The autor of the study during the measurements (photo. M. Jóźwiak)

Sonda CDC 401

Zakres konduktywności 0,01 µS*cm^{-1} do 200,0 µS*cm^{-1}. Zakres pomiaru całkowitego poziomu substancji rozpuszczonych (TDS) 0 do 50,000 mg* l^{-1}. Temperatura robocza -10 do 110°C.

Pomiar jakości wody w rzece przeprowadzono bezpośrednio w terenie (fot. 2).

W próbkach wody oznaczano podstawowe parametry fizycznochemiczne: temperaturę, pH, konduktywności i zawartości tlenu.

Uzyskane wyniki odnoszono do dopuszczalnych norm określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz.U. nr 257, poz. 1545 (tab. 1).

Tabela 1. Klasyfikacja jakości wód powierzchniowych (Rozporządzenie MŚ 2011)
Table 1. Classification of surface water quality (Ordinance of the EM 2011)

Parametr *Parameter*	Jednostka *Unit*	Klasa czystości *Cleanliness class*	
		I	II
Temperatura	°C	≤ 22	≤ 24
pH	-	6–8,5	6–9
Konduktywność	µS*cm^{-1}	1000	1500
Zawartość tlenu w wodzie	mg*dm^{-3}	≥ 7	≥ 5

Wyniki

Temperatura

Temperatura wód powierzchniowych zależy od: strefy klimatycznej, wysokości nad poziomem morza, pory roku, stosunku powierzchni zbiornika wodnego do jego głębokości i od prędkości przepływu. W klimacie umiarkowanym temperatura wód powierzchniowych waha się od 0°C do 30°C.

Termika powietrza jest zasadniczym regulatorem termicznych procesów zachodzących w wodach powierzchniowych. Ścisły związek temperatury powietrza z temperaturą wody w rzekach został udokumentowany w literaturze przez Bogana i in. (2003), O'Driscolla, deWalle'a (2006) i Wiejaczkę (2007). Pozwala to zakładać, że wahania temperatury powietrza na danym obszarze pociągają za sobą określone zmiany w dynamice temperatury wody cieków przez niego płynących.

W Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 5 sierpnia 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz.U. 2016, poz. 1187) określono wielkość temperatury dla I klasy czystości wody, która wynosi ≤ 22°C i II klasy ≤ 24°C. Dla klas III–V nie wyznaczono wartości granicznych.

W okresie przyjętym do badań w żadnym z badanych punktów pomiarowych w rzece płynącej w granicach miasta nie przekroczono temperatury wyznaczonej dla I klasy czystości wody.

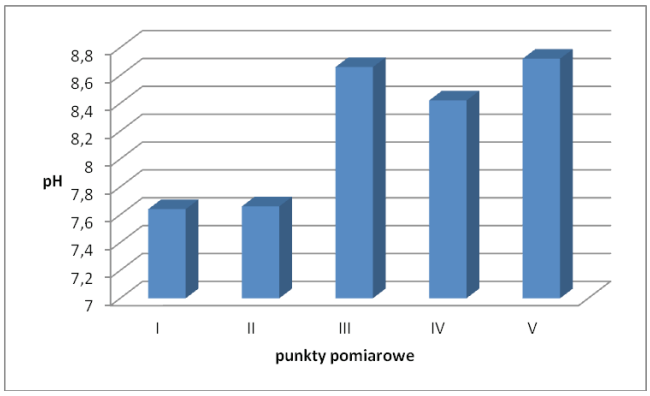
Odczyn wody (pH)

pH definiuje się jako ujemny logarytm dziesiętny aktywności jonów hydroniowych wyrażonych w molach na decymetr sześcienny:

$$pH = -\log10[H3O+]$$

Woda jest kwaśna, gdy pH jest mniejsze od 7 (pH < 7), zasadowa przy pH > 7, obojętna przy pH = 7. Wody powierzchniowe charakteryzują się pH w zakresie 6,5–8,5. Na odczyn wód powierzchniowych mają wpływ: zawartość węglanów i ditlenku węgla, rodzaj podłoża i gleb oraz zanieczyszczenia doprowadzane do wody (ścieki, opady atmosferyczne). Wody przepływające przez podłoże kwarcowe charakteryzują się odczynem kwaśnym, natomiast przepływające przez podłoże wapienne mają odczyn zasadowy.

Wyraźnie kwaśny odczyn wody (pH 4,0–4,5) stwierdzany jest podczas tzw. kwaśnych deszczy i w przypadkach zanieczyszczenia wody kwaśnymi ściekami. Wysokie wartości pH (< 10) są najczęściej wynikiem zanieczyszczenia wody ściekami alkalicznymi oraz występują w wodach zeutrofizowanych, kiedy nadmierny rozwój glonów, które zużywają duże ilości



Ryc. 2. pH wody w badanych punktach
Fig. 2. pH of water in the tested points

CO_2, powoduje wzrost intensywności fotosyntezy.

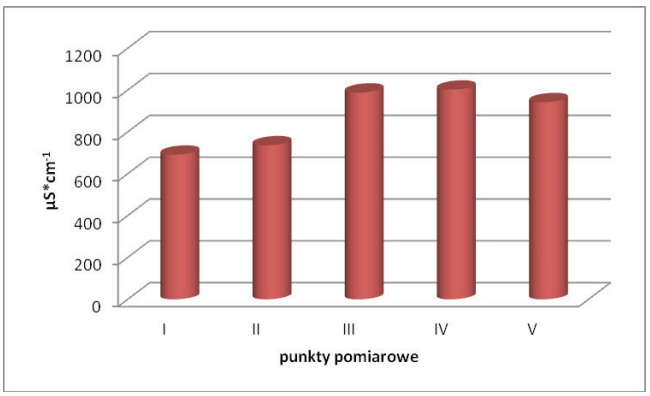
W okresie przyjętym do badań woda w Silnicy charakteryzowała się odczynem zasadowym, w zakresie od pH 7,64 do pH 8,66, przy średnim pH 8,22 (ryc. 2).

Niższe pH stwierdzono w rzece płynącej powyżej Zalewu Kieleckiego i w samym zbiorniku, natomiast w miarę jak rzeka przepływała przez miasto, jej pH wzrastało, osiągając najwyższe pH 8,66 w punkcie, gdzie rzeka opuszcza jego granice.

Konduktywność

Konduktywność (konduktancja) jest to zdolność wody do przewodzenia prądu elektrycznego. Prąd elektryczny jest przenoszony w roztworze w wyniku ruchu jonów. Im większe stężenie jonów, tym wyższa jest jego przewodność. Konduktywność wyrażana jest w $S*m^{-1}$ lub $mS*cm^{-1}$. Chemicznie czysta woda jest złym przewodnikiem elektryczności. Przewodnictwo elektrolityczne wody, wynikające z dysocjacji, wynosi 0,038 $\mu S*cm^{-1}$. Konduktywność wody destylowanej mieści się w granicach 0,5–2,0 $\mu S*cm^{-1}$, natomiast wody powierzchniowe charakteryzują się konduktywnością na poziomie 50–1000 $\mu S*cm^{-1}$. Konduktywność wody określa stopień jej mineralizacji, a tym samym zanieczyszczenie.

Woda w Silnicy w czasie poboru próbek miała konduktywność wahającą się od 691 $\mu S*cm^{-1}$ do 1002 $\mu S*cm^{-1}$ (ryc. 3).



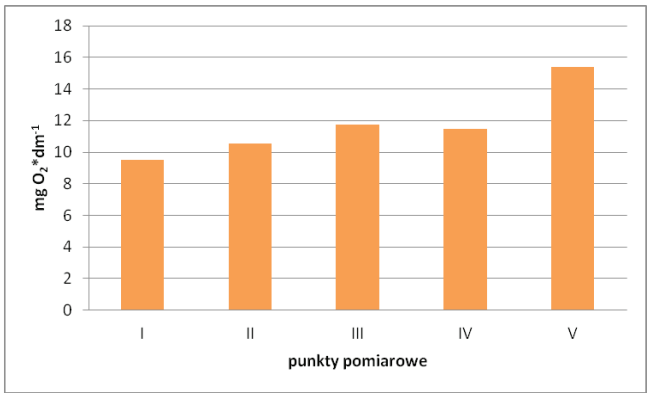
Ryc. 3. Konduktywność wody w Silnicy
Fig. 3. Conductivity in the Silnica water

Mineralizacja wody w rzece rośnie wraz z odległością od granic miasta, co świadczy o jej wzrastającym zanieczyszczeniu generowanym przez miasto.

Zawartość tlenu w wodzie

Kolejnym ważnym parametrem fizycznochemicznym jest zawartość tlenu w wodzie. Tlen rozpuszczony występuje we wszystkich wodach naturalnych, które stykają się z powietrzem atmosferycznym. W górnych jej warstwach znajduje się tlen w ilości zbliżonej do stanu nasycenia. Zawartość rozpuszczonego tlenu w wodach naturalnych wynosi 0–14 mg O_2*dm^{-3}. Jest on zużywany przez organizmy wodne do oddychania, do utleniania substancji nieorganicznych oraz na procesy biochemicznego rozkładu substancji organicznych. Zawartość tlenu w wodzie jest ważnym wskaźnikiem stopnia jej zanieczyszczenia. W wodach zanieczyszczonych ulega zużyciu na procesy biochemicznego rozkładu substancji organicznych i jego zawartość maleje. Jeżeli zawartość tlenu w wodzie spadnie poniżej 40%, następuje śnięcie niektórych gatunków ryb, a przy wartość bliskiej zera zaczynają przeważać procesy beztlenowe, a woda zaczyna wydzielać nieprzyjemny zapach (Dojlido 1987; Gomółka, Szaynok 1997).

W wyniku badania wody w Silnicy stwierdzono, że średnia zawartość tlenu rozpuszczonego wynosiła 11,73 mg O_2*dm^{-3} , z wahaniami od 9,49 mg O_2*dm^{-3} do 15, 37 mg O_2*dm^{-3} (ryc. 4).



Ryc. 4. Zawartość tlenu w wodzie w badanych próbkach
Fig. 4. Oxygen content in water in the tested samples

Wnioski

Rzeki, które przepływają przez tereny zurbanizowane, w szczególności płynące prze miasta, są zagrożone dostarczaniem substancji zanieczyszczających. Jest to spowodowane znacznym uszczelnieniem przez sieć dróg powierzchni w mieście, co powoduje powierzchniowy odpływ wód opadowych bezpośrednio do koryta rzeki. Silnica początkowo przepływa przez tereny zalesione, ale już w granicach miasta płynie przez teren osiedli mieszkaniowych z siecią dróg i centrum miasta. Uzyskane wyniki wskazują, że wszystkie mierzone parametry rosną wraz z kierunkiem płynięcia rzeki, co świadczy o negatywnym wpływie miasta na jakość rzeki Silnicy. Zdarzają się również zdarzenia

ponadprzeciętne, jak na przykład wpuszczenie do rzeki zanieczyszczeń. W takich przypadkach musi interweniować straż pożarna (fot. 3).

Fot. 3. Usuwanie zanieczyszczeń ropopochodnych w Silnicy na osiedlu Pakosz (fot. M. Jóźwiak)
Photo 3. Removal of petroleum contaminants in Silnica on the Pakosz estate (photo. M. Jóźwiak)

Literatura

Bogan T., Mohseni O., Stefan H.G., 2003: Stream temperature – equilibrium temperature relationship. Water Resources Research, 39: 1245-1256.

Buchholz W., Zmienność stanów i przepływów w ujściach rzek na przykładzie ujścia Odry, Materiały Sesji Naukowej KBM PAN. Szczecin 1990, 49-70.

Ciupa T., 2012: Znaczenie dróg na obszarze zurbanizowanym w kształtowaniu odpływu i transportu fluwialnego (Kielce), Landform Analysis, Vol. 19: 17-28.

Ciupa T., Suligowski R., Biernat T. 2011. Identyfikacja problemów środowiska przyrodniczego miasta Kielce. Problemy Ekologii Krajobrazu, T. XXXI, 6-1.

Dojlido J., Chemia wody, Arkady, Warszawa 1987

Gomółka E., Szaynok A., Chemia wody i powietrza, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997.

Hermanowicz W., Dojlido J., Dożańska W., Koziorowski B., Zerbe J., Fizycznochemiczne badanie wody i ścieków, Arkady, Warszawa 1999.

O'Driscoll M.A., de Walle D.R., 2006. Stream-air temperature relations to classify stream-ground water interactions in a karst setting, central Pennsylvania, USA. Journal of Hydrology, 329, September 30: 140-153.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 5 sierpnia 2016 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz.U.2016, poz. 1187).

Sulczewska B., Cieszewska A., Giedych R., (red.) . 2009. Opracowanie ekofizjograficzne wykonane na potrzeby Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Kielce, SGGW Warszawa, ss. 247.

Wiejaczka Ł., 2007. Relacje pomiędzy temperaturą wody w rzece a temperaturą powietrza (na przykładzie rzeki Ropy). Folia Geographica Series Geographica--Physica, 37-38, 95-105.

STRESZCZENIE

Zanieczyszczenie wód definiuje się jako zmianę właściwości fizycznochemicznych i składu chemicznego oraz obecność w wodzie zwiększonej ilości bakterii i mikroorganizmów. Zmiany te najczęściej spowodowane są aktywnością człowieka związaną z rozwojem miast i przemysłu. Szczególnie narażone na zanieczyszczenia są rzeki przepływające przez miasta. Badania przeprowadzono w maju 2017 roku w Kielcach, przez które przepływa rzeka Silnica. Na rzece wytypowano 5 punktów, w których dokonano pomiarów podstawowych właściwości fizycznochemicznych, tj. pH, konduktywności i zawartości tlenu w wodzie. Punkt 1 zlokalizowano na wejściu rzeki w granice miasta, punkty 2–4 wytypowano w różnych punktach miasta, punkt 5 zlokalizowano w miejscu, gdzie rzeka opuszcza granice miasta. Stwierdzono, że właściwości fizycznochemiczne wody w rzece płynącej przez miasto ulegają istotniej zmianie. We wszystkich badanych parametrach stwierdzono wyższe wartości na wyjściu z miasta. pH wzrosło o pH 1,08, konduktywność o 311 $\mu S*cm^{-1}$, zawartość tlenu o 5,88 mgO_2*dm^{-1}.