

**WYKORZYSTANIE WYBRANYCH TECHNIK
I NARZĘDZI GEOINFORMATYCZNYCH W PROCE-
SIE PARAMETRYZACJI STRUKTURY UŻYTKOWA-
NIA ZLEWNI, JAKO CZYNNIKA KSZTAŁTUJĄCEGO
JAKOŚĆ WÓD MAŁYCH ZBIORNIKÓW WODNYCH**

SELECTED GEOINFORMATICS TECHNIQUES
AND TOOLS IN THE PARAMETERIZATION PROCESS
OF CATCHMENT AREA AS A FACTOR SHAPING
OF WATER QUALITY SMALL WATER RESERVOIRS

Abstrakt. W pracy przedstawiono wykorzystanie wybranych technik i narzędzi geoinformatycznych w procesie parametryzacji struktury użytkowania zlewni, jako czynnika kształtującego jakość wód. Badaniom poddano zlewnie akwenów Wołowice oraz Jeziorzany (Małopolska) o różnym stopniu antropopresji, której przejawem jest zróżnicowanie użytkowania i zagospodarowania zlewni. Zbiornik Wołowice leży w zlewni w której strukturze użytkowania przeważają grunty orne, natomiast akwen Jeziorzany użytkowany jest w zlewni w której przeważają obszary zurbanizowane. Ocenę jakości wody oparto o oznaczenia wybranych wskaźników zasolenia. Wykonano także studium zagrożenia zlewni zanieczyszczeniami obszarowymi. Analizy przestrzenne przygotowano w oparciu o numeryczny model terenu (NMT) i ortofotomapy.

Słowa kluczowe: *jakość wody, geoinformatyka, numeryczny model terenu*

Summary. The aim of the paper is to present the use of selected geospatial tools and techniques for catchments area characterization and water quality assessment. The research was conducted for catchments water reservoirs Wołowice and Jeziorzany (Małopolska) with varying degrees of anthropogenic pressure, which was reflected in the different levels of use and management of the catchment. For catchment area Wołowice reservoir arable

land dominate, for the catchment Jeziorzany reservoir land cover represent also urban areas. In order to investigation was analyzed water quality samples under selected water indicators of salinity and was carried out study threats of catchment area-contamination. Spatial analyzes were prepared leaning against a numerical terrain model (DTM) and orthophotos.

Key words: *water quality, geospatial tools and techniques, numerical terrain model*

WSTĘP

Zastosowanie informatyki jest dziś praktycznie nieograniczone. Informatyka oraz technologie informatyczne znajdują zastosowanie również w obszarze ochrony i kształtowania środowiska, gdzie stosowane są do przetwarzania geoinformacji i określane jako „geoinformatyka” [Turski 2003]. Geoinformatyka to zbiór zasad i metod analitycznych, które opracowano w celu przetwarzania danych przestrzennych. Nauki geoinformatyczne swym zakresem obejmują podstawowe zagadnienia związane z pozyskiwaniem danych, ich przetwarzaniem i wykorzystaniem [Chrobak 2012].

Wybrane techniki i narzędzia geoinformatyczne są z powodzeniem stosowane w modelowaniu zlewni cieków i zbiorników wodnych. System informacji przestrzennej GIS opracowany dla zlewni pozwala m.in. na analizę rzeczywistych i potencjalnych zagrożeń dla środowiska przyrodniczego. Jednocześnie umożliwia szybką prezentację jego stanu (np. jakości wód, zagrożenia powierzchniową erozją wodną) oraz natychmiastową aktualizację danych [Kanownik i in. 2011]. Baza danych GIS powiązana z obszarem zlewni może zawierać informacje o sposobach wykorzystania i użytkowania terenu w granicach zlewni, obciążeniu zlewni fosforem, azotem i wiele innych [Kanownik, Kowalik 2010; Ostrowski i Bogdał 2010]. Narzędzia GIS umożliwiają także przygotowanie cyfrowego modelu zlewni, który oddaje ukształtowanie terenu. Ponadto zastosowanie technik i narzędzi geoinformatycznych umożliwia sprawną aktualizację i prezentację danych.

Celem pracy jest wykorzystanie wybranych technik i narzędzi geoinformatycznych do charakterystyki przestrzennej zlewni oraz opracowania systemu informacji przestrzennej zawierającego m.in. informacje o jakości wody badanych zbiorników.

MATERIAŁ I METODY

Część studialną pracy wykonano w oparciu o podkłady mapowe (ortofotomapy w skali 1:10000) oraz NMT (numeryczny model terenu). Do analiz przestrzennych obszaru badanych zlewni wykorzystano programy z rodziny GIS: Surfer 8, Quantum GIS (QGIS 2.0) oraz ArcGIS 10.1.

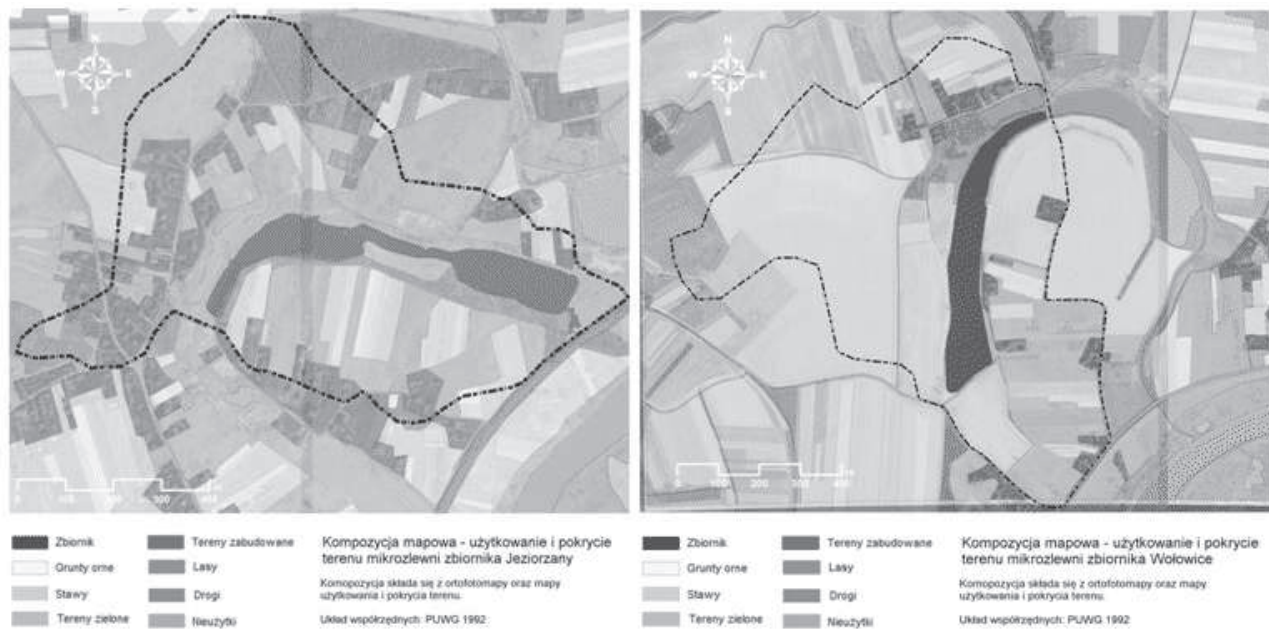
Programy ArcGIS 10.1 oraz Surfer 8 zostały wykorzystane m.in. do utworzenia map zlewni i modelowania powierzchni terenu. QGIS jest przyjaznym dla użytkownika otwartym i bezpłatnym oprogramowaniem GIS (Open Source), które oparte jest na platformach GNU/Linux, Unix, Mac OSX oraz MS Windows. QGIS jest obecnie jednym z najpopularniejszych spośród systemów geomatycznych udostępnianych na wolnej licencji.

Badane wskaźniki zasolenia oznaczono w próbach wody standardowymi metodami analitycznymi [Dojlido 1995].

CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAŃ

Przedmiotem badań są dwa niewielkie zbiorniki położone w dolinie Wisły: Jeziorzany i Wołowice, różniące się parametrami morfometrycznymi oraz użytkowaniem mikrozwlewni (tab. 1). Akwen Jeziorzany o powierzchni około 4,9 ha stanowi bezodpływowe zagłębienie powstałe w wyniku zmiany przebiegu koryta Wisły. Jego głębokość jest zróżnicowana i szacowana w przybliżeniu na 2,5 m. W granicach zlewni zbiornika Jeziorzany znaczną powierzchnię zajmują grunty orne (około 16%) i obszary zurbanizowane (niemal 19%). Z akwensem Jeziorzany sąsiaduje kilka innych zbiorników wodnych i rzeka Wisła. Wśród gleb największy udział stanowią mady wykształcone na glinach średnich i ciężkich. Na madach dominuje kompleks pszeny — wadliwy. Nieco dalej od linii brzegowej znajduje się pas gleb brunatnych wylugowanych i kwaśnych wykształconych na piaskach gliniastych, stanowiących kompleks żytni dobry i słaby.

Zbiornik Wołowice tworzy fragment dawnego zakola koryta rzeki Wisły (starorzecze). Zagłębienie powstało w następstwie zmian przebiegu koryta rzeki oraz eksploatacji żwiru. Powierzchnia akwenu wynosi 5,2 ha. Jego głębokość jest zróżnicowana i waha się między 1-5 m. W strukturze użytkowania zlewni dominują grunty orne (po-



Rys. 1. Mapa użytkowania i pokrycia terenu zlewni, odpowiednio od lewej: Jeziorzany i Wołowice.

Źródło: opracowanie własne

nad 83%). Wśród gleb otaczających zbiornik Wołowice największy odsetek stanowią mady wykształcone na glinach lekkich i piaskach gliniastych, lokalnie na pyłach zwykłych. Wśród kompleksów przydatności rolniczej najczęściej występują kompleksy żytni bardzo dobry i dobry, na utworach pylastych zaś nawet pszeny dobry.

Tab. 1. Użytkowanie i pokrycie terenu badanych zlewni (km²)

Zbiornik	Powierzchnia		Użytki zielone	Zabudowa	Lasy	Grunty orne	Stawy	Nie użytki
	zlewni	zbiornika						
Jeziorzany	0,512	0,049	0,141	0,095	0,057	0,086	0,006	0,086
Wołowice	0,643	0,052	0,027	0,027	0,00	0,537	0,006	0,029

WYNIKI I DISKUSJA

W tabeli 2 zebrano dane dotyczące koncentracji wybranych wskaźników zasolenia oraz konduktancji wód badanych akwenów dla roku hydrologicznego 2010. Wynika z nich, że dla wód zbiornika Jeziorzany uzyskano z reguły niższe średnie koncentracje badanych wskaźników zasolenia.

Wyjątkiem jest średnie stężenie siarczanów, znacznie niższe w wodach akwenu Wołowice.

Proces kształtowania jakości wód jest zjawiskiem niezwykle złożonym i zależnym od uwarunkowań przyrodniczych panujących w obrębie zlewni, jak i presji człowieka. Jednym z istotnych czynników prowadzących do zmian jakości i obiegu wody jest rozwój urbanizacji i działalność rolnicza. Infrastruktura jak podaje Sikora i Woźniak [2005] w jej szerokim pojęciu stanowi podmiotową bazę rozwoju lokalnego, a jej niedobór stanowi poważną barierę rozwoju. Jednakże nadmiernej industrializacji i urbanizacji towarzyszy szereg zagrożeń dla środowiska, w szczególności dla funkcjonowania ekosystemów wodnych. Wody spływu powierzchniowego w zlewni zurbanizowanej, czy rolniczej mają kontakt z różnymi źródłami zanieczyszczeń, są więc często złej jakości.

Tab. 2. Wybrane wskaźniki zasolenia zbiorników Wołowice oraz Jeziorzany w roku 2010

Miesiąc	Zbiornik Wołowice					Zbiornik Jeziorzany				
	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	Konduk- tancja	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	Konduk- tancja
	[mg·dm ⁻³]				mS·cm ⁻¹	[mg·dm ⁻³]				mS·cm ⁻¹
Listopad	76,30	44,08	58,10	5,90	0,61	61,70	68,39	36,20	4,40	0,42
Grudzień	66,81	48,20	49,80	5,60	0,45	55,46	70,24	32,30	4,40	0,36
Styczeń	54,10	33,56	31,20	4,70	0,58	52,47	68,32	29,60	4,30	0,40
Luty	39,20	36,77	19,30	3,10	0,31	47,90	62,42	24,00	4,10	0,37
Marzec	79,90	28,65	42,30	6,30	0,60	58,40	23,89	26,40	4,60	0,46
Kwiecień	57,60	58,71	44,90	5,70	0,45	40,80	71,89	27,00	4,60	0,37
Maj	44,20	50,88	21,70	8,80	0,35	61,70	68,39	36,20	4,40	0,42
Czerwiec	84,00	26,80	52,70	8,20	0,50	55,46	70,24	32,30	4,40	0,36
Lipiec	135,40	49,60	97,00	6,40	0,70	52,47	68,32	29,60	4,30	0,40

Sierpień	78,60	49,60	62,50	6,40	0,39	47,90	62,42	24,00	4,10	0,37
Wrzesień	58,00	60,90	62,90	6,50	0,63	58,40	23,89	26,40	4,60	0,46
Październik	139,90	68,20	82,80	5,80	0,59	40,80	71,89	27,00	4,60	0,37
Średnia	76,17	46,33	52,10	6,12	0,51	52,79	60,86	29,25	4,40	0,40

Źródło: badania terenowe

Z kolei produkcja roślinna czy zwierzęca nie jest układem zamkniętym, a część nagromadzonych podczas procesów produkcji substancji podlega rozproszeniu do środowiska, powodując w nim często negatywne skutki [Sapek i Sapek 2001]. Wśród badanych wskaźników zasolenia również zaobserwowano pewne różnice, mimo podobnych parametrów morfometrycznych zbiorników. I tak przykładowo dla wód zbiornika Wołowice (tab. 2) średnie stężenie jonów chlorkowych wyniosło $76,17 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ podczas gdy dla akwenu Jeziorzany $52,79 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Koc i in. [2001] badając wody zbiorników o zlewniach rolniczych uzyskali znacznie niższe średnie stężenie chlorków, na poziomie $17,8 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Z kolei dla wód zbiornika w otoczeniu terenów z udziałem obszarów zurbanizowanych uzyskali średnie koncentracje chlorków na poziomie $23,9 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, co również jest wartością niższą od odnotowanej dla wód badanych zbiorników. Największe różnice w składzie jonowym wód badanych zbiorników stwierdzono dla koncentracji sodu, potasu, czy siarczanów — jonów łatwo ulegających wypłukiwaniu z gleby, zwłaszcza wśród gruntów uprawnych (tab. 2). Jak podaje Żmuda [2006] obok mechanicznego przemieszczania stałych cząstek gleby dochodzić na nich może transport substancji chemicznych zawartych w glebie. Wynoszone substancje rozpuszczone trafiając do wód mogą zmienić ich chemizm.

WNIOSKI

Systemy informacji przestrzennej umożliwiają inwentaryzację, monitoring zasobów przyrodniczych oraz modelowanie procesów zachodzących w środowisku, przez co mogą wspomagać jego ochronę i kształtowanie.

Zastosowanie techniki i narzędzia komputerowe umożliwiają automatyzację prac interpretacyjnych wykonywanych analiz, a także integrację danych wieloźródłowych.

Przy zbliżonych warunkach morfometrycznych zbiorników wodnych użytkowanie terenu zlewni jest czynnikiem zasadniczo wpływającym na koncentrację badanych wskaźników zasolenia.

Udział obszarów osadniczych w mniejszym stopniu wpływa na koncentrację wskaźników zasolenia niż obecność gruntów ornych, co może mieć znaczenie przy właściwym planowaniu zagospodarowania zlewni.

BIBLIOGRAFIA

- Chrobak T. 2012. Mapa a geoinformatyka [w] Mapy cyfrowe — praktyczne aspekty zastosowań. XVIII edycja seminarium z cyklu GIS w praktyce. Centrum Promocji Informatyki. Warszawa, s. 342.
- Dojlido J. 1995. Chemia wód powierzchniowych. Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok, s. 200-326.
- Kanownik W., Kowalik T. 2010. Zasoby wody odpływającej z małej zlewni na Spiszu Polskim. Gospodarka Wodna Nr 7, Wydawnictwo SIGMA-NOT, s. 279-282.
- Kanownik W., Kowalik T., Bogdał A., Ostrowski K., Rajda W. 2011. Jakość i walory użytkowe wód odpływających ze zlewni zbiorników małej retencji planowanych w rejonie Krakowa. Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Kraków, s. 10.
- Koc J., Cymes I., Skwierski A., Szyperek U. 2001. Znaczenie ochrony małych zbiorników wodnych w krajobrazie rolniczym. Zeszyt. Prob. Postępów Nauk Rol. Z 476, s.397-407.
- Ostrowski K., Bogdał A. 2010. Ocena jakości i walorów użytkowych wody potoku Wolninka pod kątem jej retencionowania w zbiorniku wodnym „Joniny”. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych Nr 548, s. 425-434.

- Sapek A., Sapek B. 2001. Agenda 21 dla regionu Morza Bałtyckiego -zrównoważony rozwój rolnictwa w Polsce. Zesz. Edukacyjne, Wyd. specjalne IMUZ, Falenty, s. 3-23.
- Sikora J., Woźniak A. 2005 Zróżnicowanie obszarów wiejskich woj. małopolskiego pod względem wyposażenia w środki techniczne gospodarstw rolnych. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, Nr 3/2005, s. 135-149
- Turski W. 2003. Rola informatyki [w] Raport 3. Kongresu Informatyki Polskiej — Polska informatyka w Unii Europejskiej. Poznań-Warszawa, s. 17.
- Żmuda R. 2006. Funkcjonowanie systemu transportu fluwialnego w małej zlewni zagrożonej erozją wodną. Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu. Nr 544, rozprawy CCXLIII.

Adres do korespondencji:

dr inż. Tomasz Stachura
Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska
Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, p. 544
e-mail: t.stachura@ur.krakow.pl

dr inż. Dawid Bedla
Katedra Ekologii, Klimatologii i Ochrony Powietrza
Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
e-mail: d.bedla@ur.krakow.pl

dr inż. Karol Król
Katedra Gospodarki Przestrzennej i Architektury Krajobrazu
Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
e-mail: k.krol@ur.krakow.pl

Opiekun naukowy: prof. dr hab. inż. Krzysztof Ostrowski

