

Zagrożenia zbiorników wodnych wynikające z działalności człowieka na przykładzie Stawu Płaszowskiego w Krakowie

Rafał Gawalkiewicz¹



Threats to water bodies resulting from human activity: a case study of Płaszów Pond in Cracow. Prz. Geol., 66: 38–47.

A b s t r a c t. An exceptional group of post-mining excavations are those made as a result of the exploitation of Quaternary seams of natural aggregates. Their characteristic feature includes borrow pits, left after quarrying. They are going through the process of natural revitalization as a result of water table stabilization and the inflow of ground waters and precipitation waters, followed by the natural succession of aquatic vegetation. Płaszów Pond in Cracow-Płaszów is located close to the city centre, in its attractive region. The attractiveness of the adjacent areas can also have a negative effect on the water resources and the ecosystem. The results of geodetic monitoring of water resources show that the situation during the first three months of 2016 had symptoms of ecological disaster.

Keywords: anthropogenic water bodies, ecological disaster, geodetic monitoring of water resources.

Do zasobów środowiska przyrodniczego Krakowa należy zaliczyć zasoby wodne powierzchniowe (cieki i zbiorniki wodne). Naturalne procesy przyrodnicze na powierzchni terenu, jak również eksploatacja kopalin pospolitych (skał osadowych, tj.: piasków i kruszywa naturalnego) prowadzona na potrzeby budownictwa lokalnego (mieszkaniewego, przemysłowego i drogowego), przyczyniły się do znaczących przekształceń krajobrazu w tym mieście (Pietrzyk-Sokulska, 2002). Powstało także wiele obiektów powierzchniowych, które stanowią atrakcyjne krajobrazowo, przyrodniczo (ogniska bioróżnorodności – Kudłek i in., 2005) i użytkowo akweny słodkowodne. Po zakończeniu eksploatacji przez przedsiębiorców, ich przeznaczenie i pełnione funkcje określano indywidualnie dla każdego zbiornika zgodnie z miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego (jeżeli był opracowany).

W wyniku tych działań pozostawiono szereg wyrobisk powierzchniowych, często określanymi mianem „ran w krajobrazie” (Chwastek, Waclaw, 1992), wypełnianych sukcesywnie przez wody gruntowe i opadowe (Sułkowska, 2013).

W poprzednich dekadach nie poświęcano wiele uwagi zagadnieniom rekultywacji i ochronie środowiska terenów przekształconych przemysłowo. Wynikało to z funkcjonowania „nieuporządkowanego” odkrywkowego przemysłu górnictwa, zaś przekształcenia antropogeniczne krajobrazu wywoływały negatywny wpływ na środowisko (Bogdanowski, 1985). Obecnie zaniechania z poprzednich okresów są systematycznie likwidowane, a tereny „odzyskiwane” i zagospodarowywane właściwie do potrzeb i możliwości miasta (Kasztelewicz, 2010). Już dziś wielu akwenom przyporządkowano pewne określone funkcje, np. rekreacyjne – kąpieliska, ekologiczne – siedliskowe (Puchalski, 1999), dydaktyczne, czy gospodarcze – obiekty wędkarskie.

Od kilku lat w Krakowie obserwuje się gwałtowny rozwój budownictwa mieszkaniowego oraz usługowo-biurowego. Działania te mogą być często sprzeczne z interesami społecznymi i stanowić ogromne zagrożenie dla obiektów o szczególnych walorach przyrodniczych. Obszary nie-

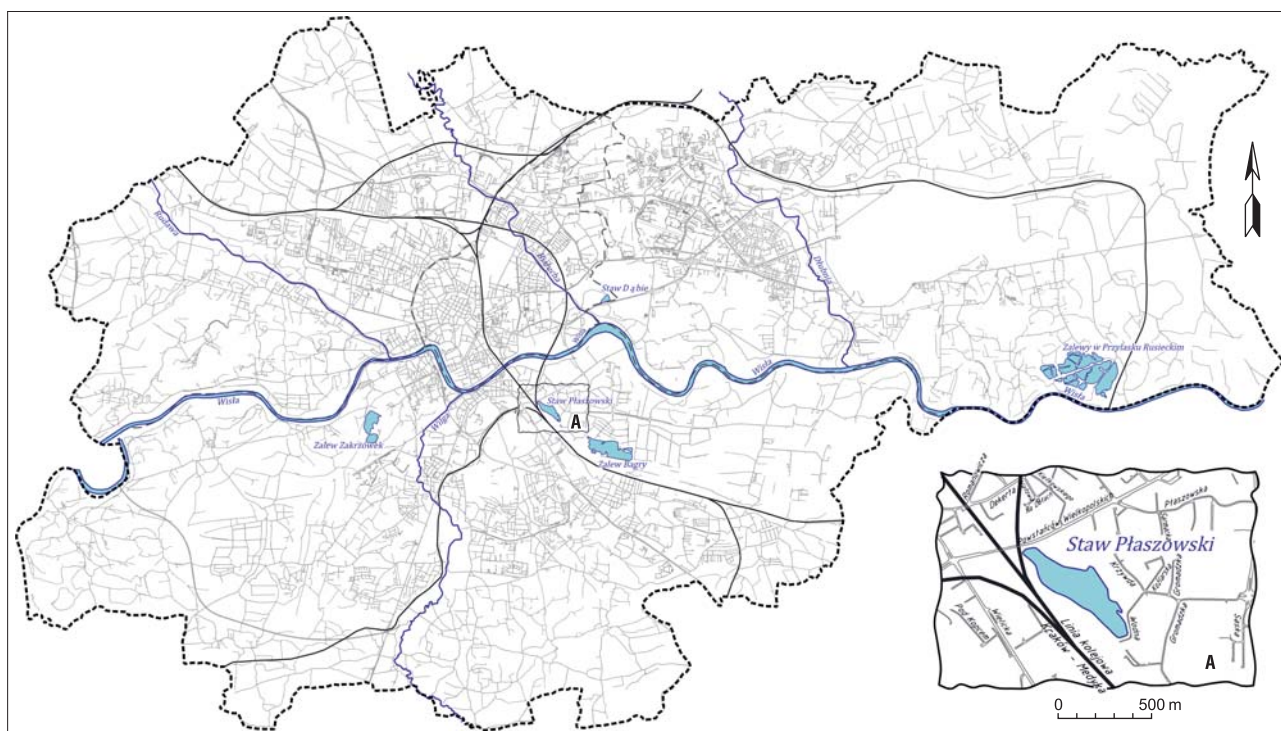
zwykle atrakcyjne pod zabudowę to skwery w pobliżu miejskich zbiorników wodnych pochodzenia antropogenicznego. Przykładem ekspansji firm budowlanych w strefach przestrzeni miejskiej, które powinny być szczególnie chronione z racji wyjątkowych walorów przyrodniczych oraz pełnionych funkcji rekreacyjnych, jest dzielnica Płaszów. Na tym obszarze znajdują się dwa duże zbiorniki wodne pochodzenia antropogenicznego (pogórnice), tj. Zalew Bagry (zwany często Bagrami Wielkimi) oraz Staw Płaszowski (określany Bagrami Małymi). Ich lokalizacja w bliskiej odległości od centrum miasta (ryc. 1) oraz walory przyrodnicze spowodowały ogromne zainteresowanie inwestorów. Atrakcyjność terenów przyległych do zbiorników sprawiła, że od lat 90. XX w. następuje intensyfikacja budowlana w ich rejonie. Duże inwestycje budowlane, prowadzone w sąsiedztwie zbiorników wodnych bez należytego nadzoru ze strony odpowiednich jednostek administracji, mogą stanowić dla nich poważne zagrożenie. Staw Płaszowski jest jednym z takich akwenów.

W artykule przedstawiono wyniki analizy zmian zasobu wód Stawu Płaszowskiego, spowodowanych budową kilkunastu studni odwadniających w rejonie przylegających do niego placów budów, jako przykład negatywnej działalności człowieka mogącej wywołać katastrofę ekologiczną (Gurgul, 2017).

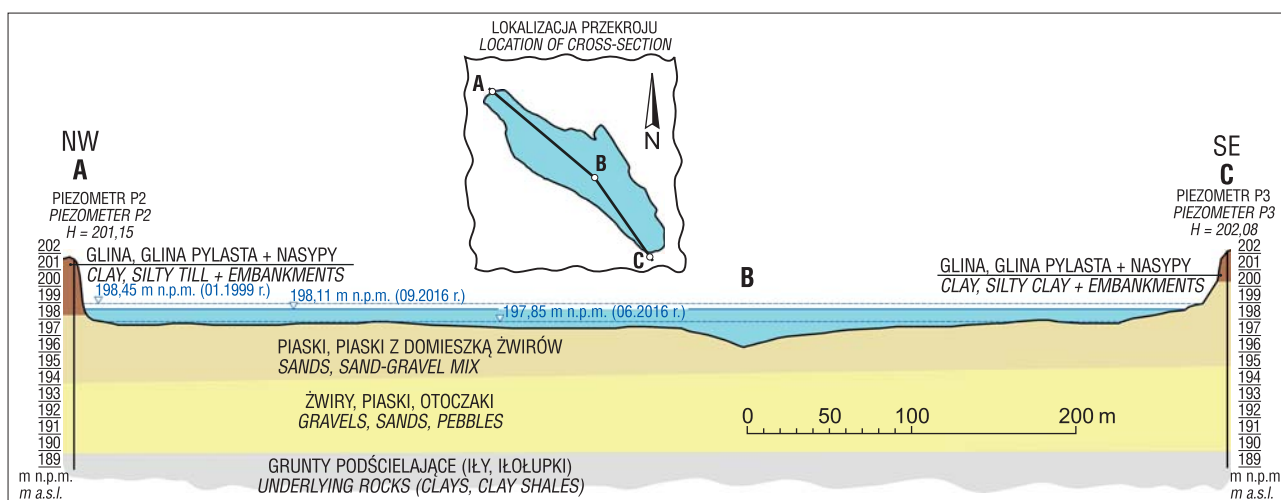
WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE REJONU ZBIORNIKA

Staw Płaszowski jest położony w pradolinie Wisły, pokrytej warstwą osadów czwartorzędowych (na podłożu mioceńskim). Według Ogar i Skiby (2016a, b) średnia miąższość tych utworów na rozpatrywanym obszarze wynosi 6–9 m (bezpośrednio w rejonie akwenu 7,2 m w części północnej i 10,3 m w południowej). Dno zbiornika znajduje się w warstwie piasków, które pierwotnie były przykryte glinami o miąższości ok. 2,3 m (ryc. 2). Piaski i żwiry stanowią warstwę wodonośną o miąższości 8,1–8,8 m, podścieloną nieprzepuszczalnymi ilami mioceńskimi. Ich współczynniki-

¹ AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; gawalkie@agh.edu.pl.



Ryc. 1. Lokalizacja Stawu Płaszowskiego na tle mapy Krakowa
Fig. 1. Location of Płaszów Pond on the simplified map of Cracow



Ryc. 2. Przekrój geologiczny przez Staw Płaszowski, sporządzony na podstawie pomiarów batymetrycznych w 1999 r. oraz otworów geologiczno-inżynierskich (obecnie stanowiska piezometrów P2 i P3)
Fig. 2. Geological cross-section of Płaszów Pond, compiled based on bathymetric measurements in 1999 and geological and engineering boreholes (currently the sites of piezometers P2 and P3)

ki filtracji wynoszą najczęściej $2,1-9,2 \cdot 10^4$ m/s (Rybicki i in., 2009). Układ zwierciadła w warstwach wodonośnych nawiązuje do ukształtowania terenu. Spadek hydrauliczny w tarasach wynosi $0,003-0,007$ i jest zmienny w zależności od sezonowych zmian zasilania warstwy wodonośnej, która jest zasilana bezpośrednio opadami atmosferycznymi, wodami infiltrującymi z Wisły i jej dopływów, a także z utworów jurajskich (Pociask-Karteczka, 1994).

Zwierciadło wód podziemnych ma charakter swobodny lub lekko naporowy i pośrednio kształtuje także poziom zwierciadła w akwenu. Nie bez znaczenia na wielkość zasobów wody oraz warunki hydrogeologiczne mają opady atmosferyczne. Z opadami deszczu i śniegu wiąże się wielkość infiltracji wód w podłoże gruntowe i zasilanie war-

stwy wodonośnej oraz Stawu Płaszowskiego. Pośrednio także Wisła w niewielkim stopniu kształtuje poziom wód gruntowych w warstwach wodonośnych (charakter zasilający rejon Płaszowa – kierunek przepływu wód gruntowych – południowo-wschodni). Nie jest to jednak wpływ znaczący, zwłaszcza że spiętrzenie wód w rejonie stopnia wodnego Dąbie jest utrzymywane na względnie stałym poziomie (rzędna 199,0 m n.p.m.). Oznacza to, że poziom lustra wody na Wiśle w okresie zimowo-wiosennym 2016 r. był wyższy o ok. 1,1 m. W rzeczywistości wody gruntowe napływające od strony rzeki „są przechwytywane” w analizowanym rejonie przez system dwóch studni: 46 i 47, stanowiących element tzw. bariery odwadniającej Krakowa (Ogar, Skiba, 2016b). System ciągłego odwadniania,

powstały w związku z budową stopnia wodnego Dąbie, tworzą łącznie 52 studnie oraz 160 punktów kontrolno-pomiarowych – piezometrów i studni gospodarczych. Zadaniem bariery należącej do Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie jest utrzymanie zwierciadła wód podziemnych na terenie miasta na poziomie nie zagrażającym zabudowie i uzbrojeniu podziemnemu. Oznacza to, że dla Podgórze wymagana rzędna zwierciadła wody gruntowej jest utrzymywana na poziomie 199 m n.p.m +0,5 m w obszarze między Wisłą a linią studni (Budnik i in., 2012). Dlatego podczas projektowania budynków, należy przyjmować poziom wód z założeniem, że bariery studni odwadniających nie funkcjonują.

GENEZA, CHARAKTERYSTYKA STAWU PŁASZOWSKIEGO

Staw Płaszowski jest położony w pobliżu ścisłego centrum Krakowa (ryc. 1). Stanowi przykład wewnątrzmiastowego wyrobiska pogórniczego (forma antropogeniczna), która powstała po wyeksploatowaniu głównie gliny. Pomimo znaczących zasobów piasku i żwiru całkowicie wyeksploatowano tylko warstwę gliny, co zaprezentowano na przekroju geologicznym na rycinie 2.

Dziś akwen jest zbiornikiem bezodpływowym, którego zasoby wodne zależą od intensywności zasilania atmosferycznego (wód opadowych i roztopowych) oraz gruntowych. Z uwagi na ich wielkość jest zaliczany do grupy zbiorników tzw. małej retencji do 5 mln m³ (Biedroński, 2005; Michalczyk, 2013), a jednocześnie do największych tego typu obiektów wodnych (o zakończonej eksploatacji) zlokalizowanych w granicach Krakowa. Tylko zalewy: Przylasek Rusiecki oraz Bagry, stanowią powierzchniowo obiekty większe (tab. 1), ich łączna powierzchnia stanowi tylko 0,38% obszaru miasta. Obecnie akwen stanowi element systemu małej retencji wody w centrum miasta. Z hydrologicznego i gospodarczego punktu widzenia taki zbiornik zwiększa retencję powierzchniową (w mikroskali) oraz magazynuje wody opadowe i roztopowe, poprawiając składową bilansu wodnego poprzez zwiększenie retencji podziemnej wokół zbiornika. Zmiany klimatyczne powodują, że opady są nieregularne i wzrosła ich intensywność oraz kontrasty termiczne powietrza.

Staw Płaszowski administracyjnie przynależy do Krakowa-Płaszowa (dzielnica XIII Podgórze) i jest położony pomiędzy linią kolejową Kraków-Płaszów-Kraków Główny, traktem tranzytowym – ul. Powstańców Wielkopolskich (dawniej ul. Płaszowska), kompleksem Krakowskiego

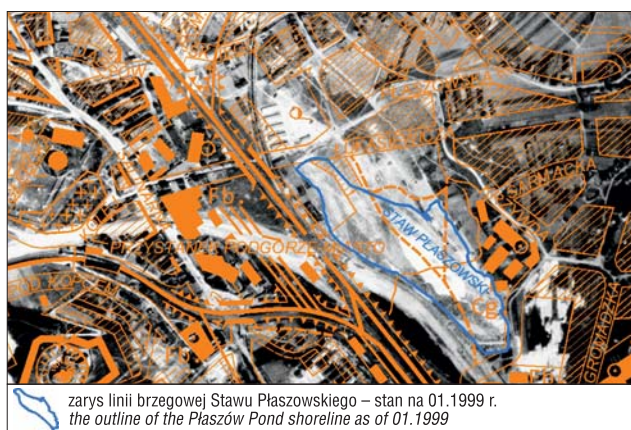
Centrum Handlowo-Targowego „Tandeta”, a ulicą Wodną (od strony południowo-wschodniej; ryc. 2). Właścicielem większości terenu zalewiska jest Kraków, który dzierżawi omawiany obszar Krakowskiemu Związkowi Wędkarskiemu. Związek okresowo zarybia akwen (karaś srebrzysty, karp, szczupak, leszcz, okoń, wzdręga, płóc, amur), chociaż z uwagi na jego niewielką głębokość oraz zamulenie, wynikające z rozkładu resztek organicznych i ich akumulacji, rozrost roślinności twardej, wysokie temperatury w lecie powodujące nagrzewanie wody, utrzymanie zasobów ryb w dłuższym interwale czasu jest niemożliwe z uwagi na powtarzające się zjawisko przydychy. Pomimo tego zbiornik wodny stanowi niszę ekologiczną dla wielu bezkręgowców i kręgowców. Z ptaków lęgowych ściśle chronionych występują tam gatunki takie jak: perkoz dwuczuby, łabędź niemy i rybitwa rzeczna. Ten ostatni jest ptakiem wędrownym i dla niego staw ten jest przystankiem. Ponadto spotyka się tam łyskę, czernicę, głowienkę i krzyżówkę. Akwen stanowi także siedlisko dla gatunków owadów chronionych z rzędu ważek, tj. żagnicy i szablaka.

Trudno jest dziś datować początki tworzenia wyrobiska. Według Pietrzyk-Sokulskiej (2010) eksploatację glin rozpoczęto na początku XX w., kiedy przystąpiono do pierwszej rozbudowy istniejącego węzła kolejowego w Płaszowie. Z kolei wg Wagner i Hruševara (2015) historia zbiornika sięga okresu międzywojennego, tj. lat 30. XX w. Z zachowanych planów miasta z 1939 r. można wnioskować, że prowadzona wówczas eksploatacja miała charakter lokalny, o niewielkim znaczeniu gospodarczym.

Na skalę przemysłową zasoby w rejonie obecnego Stawu Płaszowskiego zaczęto eksploatować w czasach okupacji hitlerowskiej (Chytkowska, 2008), co wiązało się z kolejną rozbudową istniejącego węzła kolejowego w Płaszowie (odcinek Płaszów-Bonarka). O zasięgu prac górniczych świadczy archiwalne zdjęcie lotnicze rejonu Płaszowa wykonane w 1944 r., na którym wyraźnie widać zakres robót i odsłonięte warstwy złoża żwirów (ryc. 3). Wówczas eksploatację na skalę przemysłową prowadzono poniżej poziomu wód gruntowych, co wymagało odpompowywania wody z dna wyrobiska. Po zaprzestaniu wydobycia i likwidacji systemu pomp woda samoistnie wypełniła wyrobisko, tworząc dzisiejszy akwen (Pietrzyk-Sokulska, 2010). Jeszcze w 2005 r. woda w stawie była zaliczana do I i II klasy czystości (Rozporządzenie, 1991; Załącznik, 2005). Z przekroju geologicznego przedstawionego na rycinie 2 wynika, że eksploatacja była nastawiona głównie na pozyskiwanie gliny na potrzeby cegielni, przylegającej do zbiornika od strony wschodniej.

Tab. 1. Zestawienie powierzchni zbiorników wodnych pochodzenia antropogenicznego (eksploatacja kruszyw naturalnych) w Krakowie
Table 1. The area of anthropogenic water bodies (exploitation of natural aggregates)

Nazwa akwenu <i>Name of the water body</i>	Lokalizacja <i>Location</i>	Status	Powierzchnia zbiornika [ha] <i>Area</i>
Zalew Przylasek Rusiecki	Nowa Huta – dzielnica XVIII	nieczynne wyrobisko <i>post-extraction borrow pit</i>	83,0 – łącznie 14 zbiorników <i>83.0 – 14 water bodies in total</i> (Budnik i in., 2013) 86,7 – łącznie 14 zbiorników <i>86.7 – 14 water bodies in total</i> (Pietrzyk-Sokulska, 2010)
Zalew Bagry	Podgórze – dzielnica XIII	nieczynne wyrobisko <i>post-extraction borrow pit</i>	22,9 (Budnik i in., 2013) 29,3 (Dzięgiel, 2016) 30,27 (stan na: marzec 2016 – Gawalkiewicz) <i>30.27 (as of: March 2016 – Gawalkiewicz)</i>
Staw Płaszowski (Małe Bagry)	Podgórze – dzielnica XIII	nieczynne wyrobisko <i>post-extraction borrow pit</i>	7,9 (Budnik i in., 2013; Ogar, Skiba, 2016) 9,24 (stan na: styczeń 1999 – Gawalkiewicz) <i>9.24 (as of: January 1999 – Gawalkiewicz)</i>



Ryc. 3. Zarys linii brzegowej Stawu Płaszowskiego wg stanu na 01.1999 r. na tle fragmentu planu miasta z 09.1944 r. oraz zdjęcia lotniczego z 1944 r.

Fig. 3. Płaszów Pond shoreline as of January 1999, on the background of part of the city map of September 1944 and the aerial photo of 1944

Obecny wygląd zbiornik zawdzięcza działalności gospodarczej wielu jednostek, które próbowały zaadaptować istniejący akwen na swoje potrzeby. Przebudowa zbiornika, a ściślej jego brzegów na przełomie kilkudziesięciu lat miała miejsce wielokrotnie. W trakcie modernizacji odcinka kolejowego magistrali towarowej Kraków-Płaszów południowo-wschodnia część akwenu została zasypana. Na archiwalnym zdjęciu lotniczym z 1965 r. widać, że pierwotnie powierzchnia wyrobiska pogórniczego wypełnionego wodą była blisko dwukrotnie większa. Eggenbauer i in. (2016) stwierdzili, że w tym czasie powierzchnia akwenu wynosiła 11,95 ha. Na etapie lokalizacji i budowy odkrytego placu targowego „Tandeta” wydano decyzję o częściowej likwidacji zbiornika w części wschodniej i północno-wschodniej. Według Żółciaka (1996)

Ryc. 4. Zmiany powierzchni Stawu Płaszowskiego w latach 1965–2016

Fig. 4. Changes of the area of the Płaszów Pond in years 1965–2016

Rok Year	1965 ^(A)	1974 ^(B)	1977 ^(C)	1988 ^(D)
Powierzchnia zarysu zewnętrznego części wodnej The area of the external outline of the water body	10,66 ha 9,80 ha	11,60 ha 11,39 ha	10,30 ha 10,19 ha	9,65 ha 9,65 ha
Zarysy zbiorników Water body outlines				
Rok Year	~1995 ^(E)	1999 ^(F)	2016 ^(F)	Objaśnienie Explanation
Powierzchnia zarysu zewnętrznego części wodnej The area of the external outline of the water body	9,27 ha 9,27 ha	9,24 ha 9,24 ha	8,34 ha 8,33 ha	ubytek powierzchni wodnej w odniesieniu do stanu poprzedniego the loss of water area, compared to the previous state
Zarysy zbiorników Water body outlines				

Źródła danych:

Data source:

- (A) – skalibrowane do układu współrzędnych płaskich „PL-2000” zdjęcie lotnicze z 1965 r.
calibrated to the system of flat co-ordinates „PL-2000” aerial photo of 1965
- (B) – mapa topograficzna w skali 1 : 10 000 КРАКОВ ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ШТАБ (M-34-64,65)
topographic maps, scale 1 : 10 000
- (C), (D) – mapy topograficzne: <http://planowanie.um.krakow.pl/bppzoom/index.php?ID=1>
topographic maps:
- (E) – archiwalne sekcje mapy zasadniczej miasta Krakowa z GODGiK Kraków w skali 1 : 500
archive sections of the basic map of the Cracow City of GODGiK Kraków, scale 1 : 500
- (F) – interpretacja modelu przestrzennego na podstawie danych przestrzennych oraz rzędnej zwierciadła wody (Gawalkiewicz, 1999)
interpretation of the spatial model based on spatial data and water table elevation (Gawalkiewicz, 1999)

pełniła ona już wcześniej rolę składowiska odpadów przemysłowych (zarys zbiornika wg stanu z 1977 i 1988 r. – ryc. 4). Świadczą o tym informacje zawarte na profilach archiwalnych otworów geologiczno-inżynierskich (otwory 5173 i 5179 – ryc. 5), zlokalizowanych w strefie dotychczas zrealizowanych inwestycji. Z ich analizy wynika, że w granicach pierwotnej linii brzegowej wg stanu z 1965 r., występują sztuczne nasypy niekontrolowane (żużel, gruz, folie, popiół) o miąższości kilku metrów (3,2–7,8 m; www.bazagis.pgi.gov.pl). W konsekwencji tych działań powierzchnię Stawu Płaszowskiego zmniejszono do 9,98 ha, czyli o blisko 17% (Wagner, Hruševar, 2015). Od tego czasu władze miasta nie mają pomysłu na turystyczne i rekreacyjne zagospodarowanie zbiornika. Pozostawienie akwenu na kolejne kilkadziesiąt lat samemu sobie sprawiło, że obecny stan zawdzięcza siłom przyrody. Staw ulegał przyrodniczym przeobrażeniom dzięki samoistnej sukcesji roślinności (Jarczewski i in., 2009). Sztucznie zmieniona forma obszaru stawała się powoli elementem charakterystycznym dla rejonu Płaszowa, mającym duży udział we właściwym kształtowaniu jego walorów przyrodniczych i krajobrazowych. Dla zachowania poszczególnych elementów przyrody miasta konieczne jest prowadzenie efektywnych działań w zakresie ochrony bioróżnorodności (Weiner, 2005; Galas, 2007) w strefie utworzonego samoistnie ekosystemu na przestrzeni kilkudziesięciu lat istnienia zbiornika wodnego.

Analiza archiwalnych materiałów kartograficznych opracowanych w okresie 1965–2016 pozwoliła na graficzną interpretację zmian powierzchni, jako jednego z klu-

czowych parametrów morfometrycznych opisujących zmienność akwenu w czasie. Charakterystykę tych zmian przedstawiono na rycinie 4.

BATYMETRIA STAWU PŁASZOWSKIEGO

W roku 1999 wykonano profilowanie dna zbiornika przy wykorzystaniu sondy ultradźwiękowej Eagle Ultra II. Efektem tych działań było stworzenie szczegółowego opracowania kartograficznego – ryc. 6. Na podstawie stworzonego przez autora w 1999 r. szczegółowego modelu zbiornika jest możliwe precyzyjne określenie zmiany wielkości zasobów wodnych (w tym prognoz), wynikających z oddziaływania zagrożeń naturalnych i antropogenicznych (Gawałkiewicz, 1999). Model geomorfologiczny zbiornika na podstawie szczegółowych danych przestrzennych pozwala określać charakterystykę zmian parametrów morfometrycznych Stawu Płaszowskiego, m.in.: powierzchni, długości linii brzegowej, objętości zasobów wodnych, średniej i maksymalnej głębokości. Charakterystykę zmian ww. parametrów w rozpatrywanym okresie badań zestawiono w tabeli 2. Dla lepszego zobrazowania wielkości zmian posłużono się modelem typowej cysterny kolejowej o objętości 61 m³. Staw Płaszowski to akwen płytki, którego średnia głębokość w 1999 r. określona na podstawie 4582 punktów pomiaru wynosiła –1,26 m (na podstawie siatki GRID składającej się z 3067 punktów –1,21 m) (Gawałkiewicz, 1999). Dlatego każdy spadek zwierciadła wody stanowi zagrożenie dla flory i fauny. Z tego względu konieczne jest podjęcie prac zmierzających do jego rewitalizacji i ochrony zasobów wodnych. Takie mu działaniu miała sprzyjać Uchwała nr XII/127/2007 Rady Dzielnicy XIII Podgórze z dnia 22 maja 2007 r. Określono w niej, że: „Staw Płaszowski stanowi ostoję szeregu gatunków ptaków wodnych chronionych prawem i znajduje się w strefie kształtowania systemu przyrodniczego miasta”. Mimo obowiązującego aktu prawnego, akwen nadal należy do grupy obiektów szczególnie zagrożonych.

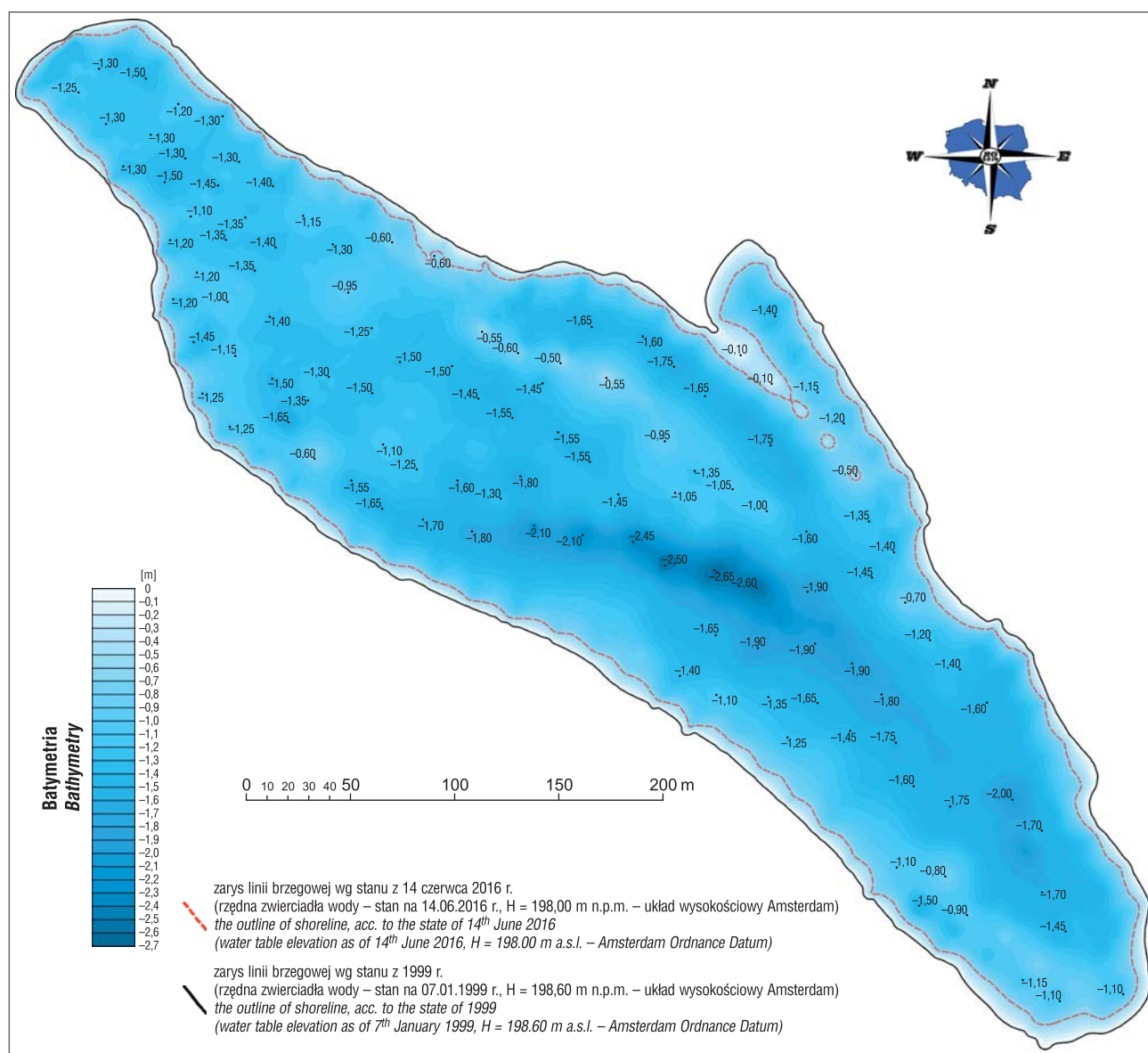
DZIAŁALNOŚĆ INWESTYCYJNA A ZAGROŻENIE DLA ZBIORNIKA

Od kilku lat łagodny charakter zimy nie sprzyjał, zwłaszcza w Krakowie, zwiększeniu retencji wód opadowych i roztopowych w zbiornikach poeksploatacyjnych, m.in. Stawu Płaszowskiego oraz Bagrów. Kiedy w okresie styczeń–marzec 2016 r. zauważono szybki ubytek wody w zbiorniku i pobliskich studniach kopanych, urzędnicy podawali jako przyczynę beznieżną zimą (Szymczewska, 2016a). Według przyrodników w okresie luty–kwiecień 2016 r. ubyło 70–90 tys. m³ wody (MPWiK w Krakowie podało, że tylko od grudnia 2015 r. do marca 2016 r. odpompowano z placu budowy do sieci kanalizacyjnej ok. 3900m³ wody – zasoby udokumentowane), co było określane wiosną mianem katastrofy ekologicznej. Ubytek był na tyle istotny, że w wielu miejscach głębokość zbiornika wynosiła ok. 20 cm (Agaciak, 2016b). Na rycinie 6 przedstawiono zarys zwierciadła wody wygenerowany na podstawie modelu dla rzędnej poziomu wody wyznaczonej na 14.06.2016 r. (data pierwszego pomiaru kontrolnego przeprowadzonego przez autora). Względnie płaskie dno oraz wielkość obniżenia poziomu zwierciadła wody o ok. 1 m (Agaciak, Szymczewska, 2016; Maj, 2016) spowodowały pojawienie się wielu piaszczystych łach, stanowiących siedlisko glonów. Skutkiem takiej sytuacji



Ryc. 5. Lokalizacja inwestycji mającej wpływ na obniżenie zwierciadła wody oraz otworów geologiczno-inżynierskich z lat 1953–2006 i piezometrów (sporządzono na podkładzie Google Maps)

Fig. 5. Location of the investment causing the decrease of the water table level and the location of geological and engineering boreholes of 1953–2006 and piezometers (base map from Google Maps)




Ryc. 6. Mapa batymetryczna Stawu Płaszowskiego opracowana z wykorzystaniem danych z 1999 r. (Gawalkiewicz, 1999) (5145 pikiet), z zarysem linii brzegowej wg stanu na dn. 14.06.2016 r. (na podstawie modelu 3D)

Fig. 6. Bathymetric map of Płaszów Pond, based on the data of 1999 (Gawalkiewicz, 1999) (5145 stands) with the shores, as of 14th June 2016 (a 3D model)

hydrologicznej było zagrożenie dla wielu gatunków flory i fauny, które dotychczas zasiedlały ten obszar wodny. Według wstępnych ustaleń Zarządu Infrastruktury Komunalnej i Transportu oraz Powiatowego Inspektora Nadzoru Budowlanego przyczyną nagłego ubytku tak dużej ilości wody były duże inwestycje budowlane przy ul. Dołach 2 oraz Klimeckiego 1 (biurowce Orange Office Park wyposażone w garaże podziemne – ryc. 5), prowadzone w sąsiedztwie akwenu (Agaciak, 2016a; Szymczewska, 2016a; Gurgul, 2017; Wiehle i in., 2016). Wynikało to z budowy przesłon izolacyjnych, tzw. ścianek szczelinowych zabezpieczających wykopu przed dopływem wód gruntowych, oraz funkcjonowania sześciu nielegalnych studni odwodnieniowych o głębokości 11 m każda, których zadaniem było osuszenie wykonanych pod inwestycję głębokich wykopów. Ustalono wówczas, że doszło do przebicia warstwy wodonośnej i napływu wód podziemnych do wykopu (Ogórek, 2016). Warunek płytko zalegającego zwierciadła wód podziemnych (1–3 m dla doliny Wisły) powinien być uwzględniany na etapie pro-

jektowania budowy, a zwłaszcza wielopoziomowych kondygnacji podziemnych. Taki wariant inwestycyjny wymaga projektowania głębokich wykopów (parkingi podziemne), ale równocześnie skutkuje potrzebą wykonywania kosztownego odwodnienia wykopu lub budowy specjalnych przesłon izolacyjnych (ścianek szczelinowych). Niedopełnienie określonych procedur poprzez stosowanie technik budowlanych nieskorelowanych z lokalną charakterystyką hydrologiczną może spowodować poważne przeobrażenia środowiska wodnego w rejonie działań budowlanych, co miało miejsce w przypadku Stawu Płaszowskiego (Agaciak, Szymczewska, 2016). W przypadku inwestycji przy ul. Klimeckiego 1 popełniono błąd, wydając zgodę na dopuszczenie budowy studni odwodniających głęboki wykop. Przyjęte w zatwierdzonej dokumentacji hydrologicznej założenia dotyczące sposobu odwodnienia terenu inwestycji nie odpowiadały lokalnym warunkom hydrologicznym. W tym jednak przypadku prace prowadzono zgodnie z zatwierdzoną dokumentacją (Agaciak, Szymczewska, 2016).

Tab. 2. Zestawienie parametrów morfometrycznych Stawu Płaszowskiego wg własnych danych pomiarowych
Table 2. Morphometric parameters of the Płaszów Pond according to author's own measurement data

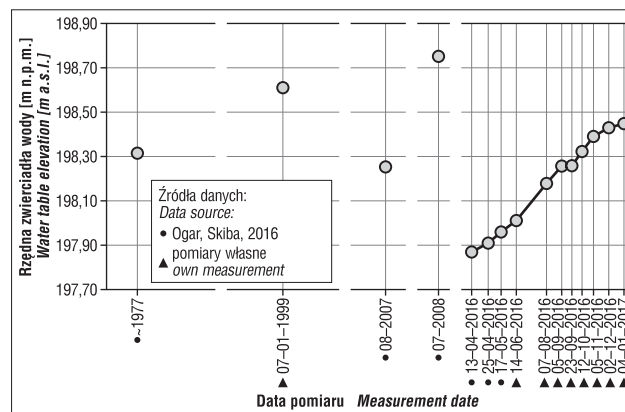
Parametr morfometryczny <i>Morphometric parameter</i>	Data pomiaru <i>Measurement date</i>							
	7.01.1999 ¹	14.06.2016 ²	7.08.2016 ²	5.09.2016 ²	23.09.2016 ²	12.10.2016 ²	5.11.2016 ²	2.12.2016 ²
Powierzchnia akwenu [ha] <i>Water body area</i>	9,20	8,34	8,64	8,78	8,79	8,90	8,91	8,96
Długość linii brzegowej [m] <i>Shoreline length</i>	1658,80	1854,20	1759,90	1754,40	1734,80	1734,50	1682,80	1700,90
Objętość zasobów wodnych [m ³] <i>Water resource volume</i>	111 314	59 077	73 520	80 488	81 100	86 672	91 408	94 985
Rzędna zwierciadła wody [m n.p.m] – ukł. Amsterdam <i>Water table elevation</i> – <i>Amsterdam Ordnance Datum</i>	198,60	198,00	198,17	198,25	198,26	198,32	198,38	198,42
Maksymalna głębokość [m] <i>Maximum depth</i>	-2,65	-2,05	-2,22	-2,30	-2,31	-2,37	-2,43	-2,47
Średnia głębokość [m] Liczba punktów siatki GRID <i>Mean depth</i> <i>Number of GRID points</i>	$\frac{-1,21}{3067}$	$\frac{-0,72}{2711}$	$\frac{-0,85}{2846}$	$\frac{-0,92}{2888}$	$\frac{-0,93}{2891}$	$\frac{-0,98}{2925}$	$\frac{-1,02}{2964}$	$\frac{-1,06}{2977}$
Graficzny obraz zmian objętości wody w kolejnych czasookresach <i>Graphic image of the water volume change in time</i>	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
(ubytek wody / <i>loss of water</i> ↓)	856×	~236×	~114×	~10×	~91×	~78×	~78×	~59×
(przybór wody / <i>inflow of water</i> ↑)								

¹ – pomiar własny (Gawałkiewicz, 1999) / author's own measurement (Gawałkiewicz, 1999)

² – pomiar własny / author's own measurement

Dla kontroli stanu wód podziemnych wiosną tego roku w sąsiedztwie akwenu zainstalowano szereg punktów monitoringu wód podziemnych (piezometrów – ryc. 5). Celem tych prac była ocena oddziaływania dużych inwestycji budowlanych na wody podziemne (Szymczewska, 2016a). Obniżenie poziomu zwierciadła wody w kwietniu 2016 r. o ok. 70–90 cm doprowadziło do powstania przybrzeżnych płytczyn (Agaciak, 2016c), które stworzyły doskonałe warunki dla sukcesji zbiorowisk szuwarów właściwych reprezentowanych przez trzcinę pospolitą oraz pałkę szerokolistną. Szuwary trzcinowe i pałkowe rozwijają się w płytkich wodach stojących stref przybrzeżnych o głębokości do 1 m i w miejscach przez znaczną część roku podtopionych. Dziś sukcesja roślinności brzegowej wywołana nagłymi zmianami zasobów wodnych spowodowała gwałtowny rozwój szuwarów w strefie przybrzeżnej w formie rozległego pasa o szerokości 2–10 m (Wiehle i in., 2016), znacząco zmniejszając tym samym powierzchnię użytkowej zbiornika (dostępnej dla celów rekreacji wodnej). Takie zjawisko spowodowało ograniczenie dostępu do zbiornika na całej długości linii brzegowej. Nagłe i znaczące obniżenie lustra wody w okresie wiosennym doprowadziło do rozwoju licznych skupisk plech glonów – zielenic i sinic (Agaciak, Szymczewska 2016), zajmujących 1/4–2/3 powierzchni akwenu, co świadczyło o złym stanie sanitarnym zbiornika i wysokiej zawartości azotu w wodzie (Wiehle i in., 2016).

Przeprowadzone wiosną 2016 r. kontrole okolicznych inwestycji wykazały szereg nieprawidłowości w sposobie osuszania gruntów. Likwidacja studni głębinowych (tych legalnych i będących samowolą budowlaną) skutecznie zahamowała proces dalszego ubytku wody, a okresowe opady atmosferyczne do grudnia 2016 r. powoli uzupełniły stan zasobów i częściowo naprawiły szkody wyrządzone przez człowieka. Ostatnia rejestracja poziomu zwierciadła wody wskazuje na wzrost poziomu wody w okresie 15.04.2016–4.01.2017 r. o 58 cm (ryc. 7). Oznacza to, że



Ryc. 7. Wykres zmian rzędnej zwierciadła wody Stawu Płaszowskiego (układ Kronstadt '86)

Fig. 7. The graph of the changes in the water table elevation of Płaszów Pond (Kronstadt '86 system)

uzupełnienie wody względem stanu bazowego ze stycznia 1999 r. będzie wymagać podniesienia zwierciadła wody jeszcze o 18 cm.

Wydział Kształtowania Środowiska Urzędu Miasta Krakowa na podstawie opinii hydrogeologicznej Przedsiębiorstwa Hydrogeologicznego „HYDRODOL” późną wiosną rozpatrywał realizację kilku wariantów prac, które mogłyby umożliwić szybszy powrót zbiornika do pierwotnego stanu (Agaciak, 2016c; Ogar, Skiba, 2016a; Szymczewska, 2016a), są to m.in.:

- uzupełnienie akwenu wodami pochodzącymi z wykopów pobliskiej budowy, za pomocą rurociągu poprowadzonego nad drogą nasypem kolejowym, lub z miejskich wodociągów (ekonomicznie nieuzasadnione);

- zasilenie Stawu Płaszowskiego wodami z sąsiedniego Zalewu Bagry (pomysł oprotestowany przez mieszkańców Krakowa i użytkowników akwenu, wysokie koszty);

- odprowadzenie deszczówki z dachów kompleksu usługowo-handlowego „Tandeta” położonego przy granicy ze zbiornikiem;

- pogłębienie akwenu (wg ZIKiT o 10 m, wg MPZP o 2 m) rozpatrywane w dwóch wariantach, tj. na całej powierzchni zbiornika lub tylko na części należącej do gminy Kraków (z pominięciem działek należących do prywatnych właścicieli).

Efektom pogłębienia zbiornika byłoby zniszczenie obecnych zasobów flory, ale zdaniem autora przyczyniłoby się do wzrostu atrakcyjności obiektu, który zyskałby nowe oblicze oraz funkcje, np. rekreacyjne i gospodarcze. Przemodelowanie dna przyczyniłoby się ponadto do oczyszczenia stawu z warstwy mułu (wysokie koszty utylizacji zanieczyszczonego urobku), który dziś obniża walory akwenu i uniemożliwia przypisanie zbiornikowi jakiegokolwiek funkcji. Względnie płytki zbiornik jest szczególnie wrażliwy na zmiany stosunków wodnych. Istnieje obawa, że prace górnicze spowodują uszczerbek dla życia biologicznego i konieczność odtwarzania ekosystemu, chociaż należy sobie zdawać sprawę z szybkości samoistnej odbudowy w wyniku sukcesji roślinności wodnej po zakończeniu procesu rewitalizacji. Według Biedrońskiego (2005) roślinność szuwarowa jest tym elementem flory, która samoistnie pojawia się w ciągu kilku lat od chwili powstania zbiornika lub zakończenia procesu jego odnowy, pod warunkiem, że wahania zwierciadła wody nie są zbyt duże lub nie następuje znacząca ingerencja administratora terenu w zasób przyrodniczy. Większość małych zbiorników wodnych wykazuje makroskopowe cechy silnej eutrofizacji. W okresie letnim ujawniają one intensywny zakwit glonów, co powoduje zmniejszenie przezroczystości wody, rozrost roślinności przybrzeżnej oraz szybki proces zamulania zbiornika, który zaobserwowano wiosną 2016 r. w Stawie Płaszowskim.

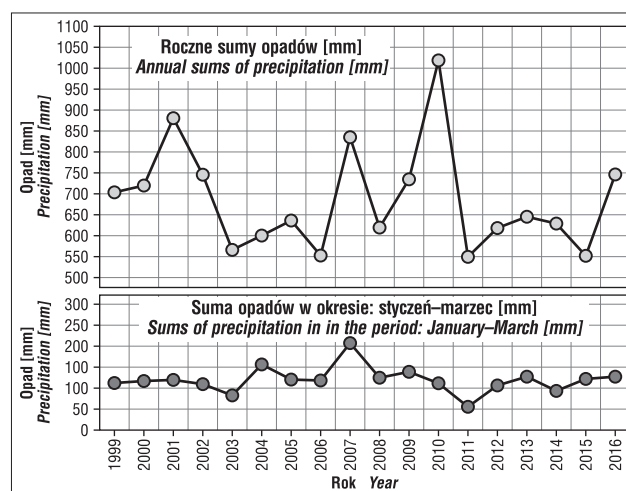
Obecna głębokość, nawet po uzupełnieniu do stanu wody z 2008 r. (ryc. 6), przy tak rozwiniętej roślinności przybrzeżnej, nie pozwala na efektywne wykorzystanie zbiornika, tj. połączenie funkcji: sportowo-rekreacyjnej, przyrodniczo-kulturowej, gospodarczej i edukacyjnej. Przez lata zaniedbań akwen zarósł, a rozkład substancji biologicznej (procesy gnilne) spowodował znaczące zamulenie dna i pośrednio jego wypłylenie. W niektórych częściach zbiornika dno jest pokryte szlamem o głębokości 0,8–1,0 m (Wiehle i in., 2016). Silnie zamulone dno, niewielka głębokość oraz szybki wzrost strefy pasa szuwarów trzcinowych i pałkowych ogranicza znacząco adaptację zbiornika na cele inne niż wędkarskie. Staw Płaszowski

jest traktowany przez władze jako akwen niższej kategorii, mimo że od lat określa się go mianem terenu o cennych walorach przyrodniczych i kulturowych. Przywrócenie akwenowi „drugiego życia” będzie wymagało uwzględnienia planu rewitalizacji w budżecie miejskim na kolejne lata. Już teraz wiadomo, że konieczne będą ogromne nakłady pracy, żeby uzyskać on status obiektu wielofunkcyjnego. Projekt zagospodarowania terenu opracował Zarząd Zieleni Miejskiej. Założono w nim (Szymczewska, 2016b) podział obszaru na kilka stref, m.in. spacerową, biegową, wypoczynkową (wyposażenie w elementy małej architektury), przyrodniczą z miejscami obserwacji elementów przyrody w formie punktów widokowych (w tym strefy chronione – zamknięte dla mieszkańców i turystów).

DYSKUSJA

Staw Płaszowski należy do grupy tych zbiorników poeksploatacyjnych, które do 2016 r. były wykorzystywane w celach rekreacyjnych i wędkarskich, mimo braku zaplecza gospodarczego. Dotychczas przeprowadzone ekspertyzy hydrogeologiczne (Ogar, Skiba, 2016a, b) nie dały jednoznacznej odpowiedzi na temat przyczyny ubytku tak dużej ilości wody, a warunkiem powrotu do stanu z roku ubiegłego jest skuteczna eliminacja przyczyn wysychania akwenu. Monitoring zasobów wodnych prowadzony przez autora w okresie kwiecień 2016 r.–styczeń 2017 r., tj. bezpośrednio po likwidacji wszystkich zinwentaryzowanych studni przy ul. Na Dołach 2 i Klimeckiego 1, pozwala wnioskować, że w analizowanym czasie poziom lustra wody wzrósł o 0,58 m. Rozpatrywany okres spadku zwierciadła wody niczym szczególnym nie wyróżniał się spośród analogicznych przedziałów czasowych (ryc. 8) z lat ubiegłych (dla okresu styczeń–marzec 2016 r. suma opadów wg IMGW wynosiła 124,2 mm).

Można zatem wnioskować, że zjawisko gwałtownego obniżenia lustra wody było skutkiem odwodnienia realizowanych w rejonie akwenu wielkopowierzchniowych inwestycji budowlanych (prz ul. Na Dołach 2 i Klimeckiego 1). W analogicznym okresie styczeń–marzec 2017 r. (podobieństwo warunków hydrologicznych) poziom wody



Ryc. 8. Wykres rocznych sum opadów oraz sum opadów z przedziału czasowego styczeń–marzec w Krakowie w okresie 1999–2016 (wg danych IMGW Kraków)

Fig. 8. The graph of annual sums of precipitation and sums of precipitation from the time interval January–March in Cracow in 1999–2016 (according to the data of Institute of Meteorology and Water Management in Cracow)

obniżył się tylko o 154 mm. Dlatego trudno upatrywać przyczyny nagłej zmiany ilości wody w warunkach atmosferycznych, o czym świadczy wykres rocznych sum opadów w okresie 1999–2016 (ryc. 8). Szereg kontroli, przeprowadzonych przez inspektorów Urzędu Miasta Krakowa na wniosek miejscowej ludności, i stwierdzonych nieprawidłowości w działaniach inwestycyjnych zatrzymały skutecznie proces ubytku zasobów wodnych. Likwidacja 11 nielegalnie działających w sąsiedztwie stawu studni głębinowych (do maja 2016 r.) spowodowała, że sytuacja wodna zaczęła się samoistnie poprawiać. Świadczył o tym nagły wzrost zwierciadła wód podziemnych w piezometrze P2 (ryc. 5) w okresie 21.04–17.05.2016 r. o 25 cm oraz jednej z monitorowanych studni kopanych o 40 cm. Oznaczało to także, że zasilenie akwenu nastąpiło z czwartorzędowej warstwy wodonośnej (Ogar, Skiba, 2016a).

Obserwacje rzędnej zwierciadła wody (ryc. 7) pozwalają wnioskować, że suma opadów deszczu w okresie kwiecień–grudzień 2016 r. oraz ograniczony napływ wód gruntowych do warstwy wodonośnej (infiltracja wód opadowych) nie uzupełnił zbiornika do poziomu choćby z 1999 lub 2008 r. (najwyższy poziom w opracowaniach archiwalnych). Łagodne okresy zimowe w Krakowie oraz przekształcenia sąsiadujących gruntów poprzez pokrycie ich sztucznymi nawierzchniami (masami bitumicznymi, kostką brukową) oraz wielkopowierzchniowymi budowlami nie sprzyjają punktowej retencji wód opadowych. Znaczna ich część jest przekierowywana bezpośrednio do sieci kanalizacji burzowej i nie zasila stawu, jak miało to miejsce w latach ubiegłych, gwarantując jego biologiczną stabilność.

Weiner i in. (2005) zwracają uwagę na potrzebę rozwoju badań naukowych i kompleksowej inwentaryzacji zasobów przyrodniczych. Wymaga to jednak współpracy interdyscyplinarnej w celu szczegółowego rozpoznania chronionego środowiska. Staw Płaszowski oraz położony w sąsiedztwie Zalew Bagry to obszary wyjątkowe, zaliczane do dziedzictwa kulturowego dzielnicy (Raport, 2017). Są one nierozdzielnie związane z terenami zielonymi o charakterystycznych walorach przyrodniczo-krajobrazowych, cennych pod względem bioróżnorodności i zagrożonych, wskutek często bezmyślnej działalności człowieka (budowa tanich studni odwadniających głębokie wykopy, jako alternatywa drogich ścianek szczelinowych). Na wniosek krakowskich ekologów z Fundacji Wspierania Inicjatyw Ekologicznych w przyszłości Staw Płaszowski wraz z terenem przyległym (wąskim pasem zieleni), ma zostać objęty ochroną w formie zespołu krajobrazowo-przyrodniczego (Ogar, Skiba, 2016a).

W rejonie Płaszowa Dużego, z uwagi na realizowaną rewitalizację tej części dzielnicy Podgórze, są już planowane kolejne duże inwestycje budowlane, które mogą skutecznie utrudnić proces poprawy i utrzymania właściwego stanu Stawu Płaszowskiego. Na podstawie danych zawartych w tabeli 2 można zaobserwować tendencję wzrostową ilości zretencjonowanych wód, chociaż jej utrzymanie będzie wymagało ścisłej, rzetelnej kontroli działań przedsiębiorców realizujących swoje plany w sąsiedztwie stawu. Dotychczas zrealizowane wokół wielkopowierzchniowe budowle (biurowce, budynki mieszkalne, parkingi) ograniczyły możliwość infiltracji wód opadowych i roztopowych w podłoże gruntowe i warstwę wodonośną zasilającą akwen. Wody te, zaczerpywane z tak dużych powierzchni budynków i parkingów, są kierowane bezpośrednio do kanalizacji deszczowej (Ogar, Skiba, 2016a).

WNIOSKI

Ochrona ekosystemów sztucznych zbiorników pogórnicych Krakowa wymaga kompleksowego rozpoznania tego środowiska. Dlatego zasadnym jest udział w takich przedsięwzięciach służb geodezyjnych, których zadaniem jest rejestracja faktycznego stanu obiektu oraz jego zmian w czasie zarówno części nadwodnej (linia brzegowa, pas przyległy gruntu), jak i podwodnej. Rejestracja geomorfologiczna dna zbiornika pozwala na funkcjonalne wykorzystanie akwenu oraz dobór sposobu jego zagospodarowania do warunków geometrycznych zbiornika. Dlatego w celu ochrony środowiska przyrodniczego konieczne jest prowadzenie dalszego monitoringu geodezyjnego zbiornika, który pozwala na precyzyjną rejestrację sytuacji wodnej (zmiany objętości i powierzchni).

Składam serdeczne podziękowanie Recenzentom za niezwykle cenne uwagi merytoryczne i wnikliwe spostrzeżenia umożliwiające udoskonalenie treści artykułu.

LITERATURA

- AGACIAK A. 2016a – Staw Płaszowski wysycha. Trwa badanie, kto jest winien. Kronika Krakowska, Dziennik Polski z dn. 23 lutego 2016 r., nr 46, rok LXXII, Kraków.
- AGACIAK A. 2016b – Fachowcy oszacują, jak bardzo ucierpiał Staw Płaszowski. Kronika Krakowska, Dziennik Polski z dn. 19 kwietnia 2016 r., nr 91, rok LXXII, Kraków.
- AGACIAK A. 2016c – Woda z dachów i pogłębienie dna – tak chcą ratować Staw Płaszowski. Kronika Krakowska, Dziennik Polski z dn. 21 lipca 2016 r., nr 169, rok LXXII, Kraków.
- AGACIAK A., SZYMCZEWSKA P. 2016 – Staw Płaszowski: sytuacja jest już dramatyczna. Woda opadła o metr. Kronika Krakowska, Dziennik Polski z dn. 11 kwietnia 2016 r., nr 84, rok LXXII, Kraków.
- BIEDROŃSKI J. 2005 – Zbiorniki małej retencji – problemy funkcjonowania. [W:] Szponar A., Horska-Schwarz S. (red.), Struktura przestrzenno-funkcjonalna krajobrazu. Cz. II. Dynamika. Funkcjonowanie i rozwój krajobrazu. UWroc., 101–110.
- BOGDANOWSKI J. 1985 – Krajobrazowo-urbanistyczny aspekt zagospodarowania terenów pogórnicych. Zesz. Nauk. AGH, z. 1027, Sozologia i Sozotechnika, 20: 71–84.
- BUDNIK A., FRYTEK I., MLECZKO P., PADOŁ J. 2012 – Miejscowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego Obszaru Krasickiego-Orawska. Prognoza oddziaływania na środowisko. Urząd Miasta Krakowa, Biuro Planowania Przestrzennego, Kraków.
- CHWASTEK J., WACŁAW J. 1992 – Kamieniołom – „rana” w krajobrazie, czy zabytek przyrody nieożywionej. Zesz. Nauk. AGH, Górnictwo, 16: 135–143.
- CHYTKOWSKA E. 2008 – Bagry. Głos Podgórze – biuletyn informacyjny dzielnicy XIII (Kabel–Płaszów–Przewóz–Rybitwy–Stare Podgórze), Kraków: 3 (41).
- EGGENBAUER P., TOKMAČIJA B., OBRIST A., WAGNER A. 2016 – The Assessment of Environmental Changes of Selected Water Bodies in the Area of Cracow over the Past Two Decades. The Seventh International Conference on Bioenvironment, Biodiversity and Renewable Energies. BIONATURE 2016 26–30 June 2016 Lisbon: 11–16.
- GALAS J. 2007 – Dlaczego warto badać i chronić zbiornik wodny w Zakrzówku? Chrońmy przyrodę ojczystą, 63 (3): 30–41.
- GAWAŁKIEWICZ R. 1999 – Profilowanie dna zbiorników powierzchniowych i dolowych przy wykorzystaniu sondy akustycznej. Praca magisterska (niepubl.), AGH Kraków.
- GURGUL A. 2017 – Woda wróciła do Stawu Płaszowskiego. Teraz urządzają park. Gazeta Wyborcza z dn. 20 marca 2017 r., Kraków.
- JARCZEWSKI W., DOMAŃSKI B., GORCZYCA K., HUCULAK M., KURYŁO M., MUZIOL-WĘCŁAWOWICZ A., ZAŁUSKI D. 2009 – Przestrzenne aspekty rewitalizacji – śródmieścia, blokowiska, tereny poprzemysłowe, pokolejowe i powojkowe. Wyd. IRM, Kraków.
- KASZTELEWICZ Z. 2010 – Poprawianie krajobrazu. Rekultywacja terenów pogórnicych w polskich kopalniach odkrywkowych. Cz. I. Surowce i Maszyny Budowlane, Wyd. BMP Sp. z o.o., 6: 24–27.
- KUDŁEK J., PĘPKOWSKA A., WALASZ K., WEINER J. 2005 – Koncepcja ochrony różnorodności biologicznej miasta Krakowa. Instytut Nauk o Środowisku. UJ, Kraków.

- MAJ A. 2016 – Staw Płaszowski: miejsca radni interweniują u prezydenta. Kronika Krakowska, Dziennik Polski z dn. 14 kwietnia 2016 r., nr 87, rok LXXII, Kraków.
- MICHALCZYK Z. 2013 – Przyrodnicze i gospodarcze znaczenie małej retencji wody. [W:] Ogólnopolska Konferencja Naukowa nt. Funkcjonowanie, zagrożenia i ochrona drobnych zbiorników wodnych. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, 26–27.IX.2013 r. Janów Lubelski: 10–11.
- OGAR R., SKIBA M.J. 2016a – Opinia hydrogeologiczna dotycząca obniżenia zwierciadła wody w Stawie Płaszowskim w Krakowie. Przedsiębiorstwo Hydrogeologiczne „Hydrodol”, Tarnów.
- OGAR R., SKIBA M.J. 2016b – Aneks do Opinii hydrogeologicznej dotyczącej obniżenia zwierciadła wody w Stawie Płaszowskim w Krakowie. Przedsiębiorstwo Hydrogeologiczne „Hydrodol”, Tarnów.
- OGÓREK P. 2016 – Co dalej ze Stawem Płaszowskim? Urzędnicy liczą na naturę. Gazeta Krakowska z dn. 7 czerwca 2016 r.
- PIETRZYK-SOKULSKA E. 2002 – Kamieniołom w krajobrazie – „rana” czy antropogeniczny walor. Konferencja naukowo-techniczna nt. Ochrona środowiska na terenach górniczych u progu integracji z Unią Europejską, Szczyrk: 175–176.
- PIETRZYK-SOKULSKA E. 2010 – Zbiorniki wodne w wyrobiskach pogórnich – nowy element atrakcyjności krajobrazu miasta. Pr. Komisji Krajobrazu Kulturowego, 14: 264–272.
- POCIASK-KARTECZKA J. 1994 – Przemiany stosunków wodnych na obszarze Krakowa. Zesz. Nauk. UJ, z. 1144, Pr. Geogr., 96: 1–38.
- PUCHALSKI W. 1999 – Ekologiczne podstawy zagospodarowania zbiorników wodnych w wyrobiskach poeksploatacyjnych. Górnictwo Odkrywkowe, 41: 232–245.
- RAPORT z konsultacji społecznych dokumentu pn. Kierunki rozwoju i zarządzania terenami zieleni w Krakowie na lata 2017–2030. Wydział Kształtowania Środowiska Urzędu Miasta Krakowa (05.04.2017).
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dn. 5 listopada 1991 r. w sprawie klasyfikacji wód oraz warunków, jakim powinny odpowiadać ścieki wprowadzane do wód lub do ziemi. Dz.U. z 1991 r. nr 116 poz. 503.
- RYBICKI S., KROKOSZYŃSKI P., HERZIG J. 2009 – Charakterystyka warunków geologiczno-inżynierskich podłoża Krakowa z uwzględnieniem nawarstwień historycznych. Geologia, 35 (1): 57–65.
- SUŁKOWSKA M. 2013 – Rewitalizacja zdegradowanego miejskiego obszaru peryferyjnego o walorach krajobrazowych. Przestrzeń i Forma, 20: 407–420.
- SZYMCZEWSKA P. 2016a – Wkrótce Staw Płaszowski może zniknąć. Jak uzupełnić w nim wodę. Kronika Krakowska, Dziennik Polski z dn. 13 kwietnia 2016 r., nr 86, rok LXXII, Kraków.
- SZYMCZEWSKA P. 2016b – Jak ratować Staw Płaszowski? Powstała nowa koncepcja. Dziennik Polski z dn. 14 listopada 2016 r., nr 268, rok LXXII, Kraków.
- WAGNER A., HRUŠEVAR D. 2015 – Plant Diversity in the Area of Water Bodies near Kraków. Focus on Invasive Plants. IARIA, BIONATURE, dok. elektroniczny: <https://www.thinkmind.org/index.php?view=instance&instance=BIONATURE+2015> (25.01.2016).
- WEINER J. 2005 – Przyroda Krakowa. Czy i jak chronić przyrodę w mieście? Wszechświat, 10–12: 258–263.
- WIEHLE D., PIĄTEK G., STANEK Ł. 2016 – Inwentaryzacja przyrodnicza Stawu Płaszowskiego z uwzględnieniem wpływu obniżenia się lustra wody w Stawie Płaszowskim na stan siedlisk i gatunków roślin oraz zwierząt, a także wydanie wytycznych dla działań zmierzających do minimalizacji negatywnych skutków zmian dotyczących walorów przyrodniczych Stawu Płaszowskiego. Biuro Badań Naukowych i Ekspertyz Green Vetiver. Kraków. www.bazagis.pgi.gov.pl.
- ZAŁĄCZNIK do uchwały nr LXXV/737/05 Rady Miasta Krakowa z dn. 13 kwietnia 2005 r. – Program ochrony środowiska i stanowiący jego element plan gospodarki odpadami dla miasta Krakowa – plan na lata 2005–2007 z uwzględnieniem zadań zrealizowanych w 2004 roku oraz perspektyw na lata 2008–2011. Program ochrony środowiska, tom I.
- ŻÓŁCIAK J. 1996 – Zarys przemian dziejowych miasta Podgórze oraz wsi Płaszów, Rybitwy, Przewóz – historycznych miejscowości Dzielnicy XIII. [W:] Dzielnica XIII, Wolne Królewskie Miasto–Podgórze–Płaszów–Rybitwy–Przewóz. Zarys przemian historycznych. Kraków.

Praca wpłynęła do redakcji 27.01.2017 r.
 Akceptowano do druku 5.12.2017 r.