

Zmiany powierzchni jezior wybranych obszarów chronionych na podstawie materiałów kartograficznych*

*Lake-area changes in selected protected areas
on the basis of cartographic materials*

AGNIESZKA E. ŁAWNICZAK

Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,
60-649 Poznań, ul. Piątkowska 94C; lawnic@up.poznan.pl

SEBASTIAN KUTYŁA

Zakład Metod Oceny i Monitoringu Wód, Instytut Ochrony Środowiska – PIB
01-692 Warszawa, ul. Kolektorska 4; s.kutyla@ios.edu.pl

Zarys treści. W pracy przedstawiono zmiany powierzchni jezior położonych na trzech obszarach chronionych w ramach sieci Natura 2000 oraz w randze parku narodowego lub krajo-
brazowego. Analizę obejmującą okres około 50 lat prowadzono na podstawie materiałów karto-
graficznych: niemieckich map topograficznych – Messtischblatt w skali 1:25 000 (1930) oraz
polskich map topograficznych w układzie PUWG 1965 w skali 1:25 000 (1980). Największe zmia-
ny powierzchni stwierdzono w odniesieniu do jezior na terenie Ostoi Wielkopolskiej, najmniejsze
natomiast – na obszarze Ostoi Brodnickiej. Wyniki wykazały, że nie ma większych różnic tempa
zaniku jezior na badanych obszarach Natura 2000 i w parkach. Najbardziej podatne na zmniej-
szenie się były jeziora średnie i małe o powierzchniach między 1 a 10 ha oraz między 10,1 a 50 ha.
Wynika to z mniejszej ich odporności na degradację i ograniczonych zdolności do samooczysz-
czania się wód.

Słowa kluczowe: powierzchnia jezior, zanikanie jezior, obszary chronione, GIS.

Wprowadzenie

Jeziora polodowcowe są utworami młodymi i krótkotrwałymi w kategoriach
wieku geologicznego. Zbiorniki te mają dużą zdolność do akumulowania energii
i masy, co powoduje, że z biegiem czasu zachodzi stopniowa transformacja cech
limnologicznych – w szczególności powierzchni oraz pojemności misy jeziornej
(Lange, 1986). Za zanik jezior odpowiedzialne są dwa czynniki. Pierwszy z nich
to wypływanie akwenów spowodowane nadmierną eutrofizacją, erozją na obsza-

* Badania sfinansowano z grantu NCN nr UMO-2011/03/B/NZ9/03774.

rze zlewni i procesami brzegowymi (Wiśniewski i Wolski, 2005; Choiński i Ptak, 2009; Ptak, 2013a) drugi natomiast – zarastanie i łądowacenie (Podbielkowski i Tomaszewicz, 1996; Ławniczak, 2010; Ptak, 2013b). Duży wpływ na tempo tych procesów i przemian zachodzących w akwenach ma między innymi zmienność poziomu wód w jeziorze, warunkowana czynnikami naturalnymi lub antropogenicznymi (Choiński, 1995, 2007; Choiński i inni, 2011; Ptak i Ławniczak, 2011; Kutyla, 2014). Według A. Choińskiego (1995, 2007) perspektywiczny czas istnienia jezior w Polsce to od kilkuset do około 2 tysięcy lat.

Analizując dane dotyczące ochrony siedlisk i ptaków na obszarach Natura 2000, można stwierdzić, że jeziora w europejskiej sieci ekologicznej nie są w większości przypadków głównym obiektem ochrony. Przedmiotem ochrony są przede wszystkim miejsca lęgowe ptaków wodno-błotnych, a w drugiej kolejności siedliska. Potwierdza to porównanie liczby i powierzchni jezior objętych ochroną w sieci Natura 2000 na mocy Dyrektywy ptasiej i Dyrektywy siedliskowej. Akweny te są traktowane jako istotny element chronionego ekosystemu. Zanik niektórych zbiorników może zagrozić odpowiedniemu funkcjonowaniu siedlisk cennych przyrodniczo (Kutyla, 2009). Z drugiej strony obszary te często są objęte ochroną w randze parku krajobrazowego lub narodowego. Wieloletnia ochrona obszaru w randze parku narodowego lub krajobrazowego powinna przyczynić się do wolniejszego zaniku jezior niż tam, gdzie czynna ochrona w ramach sieci Natura 2000 jest realizowana krótko.

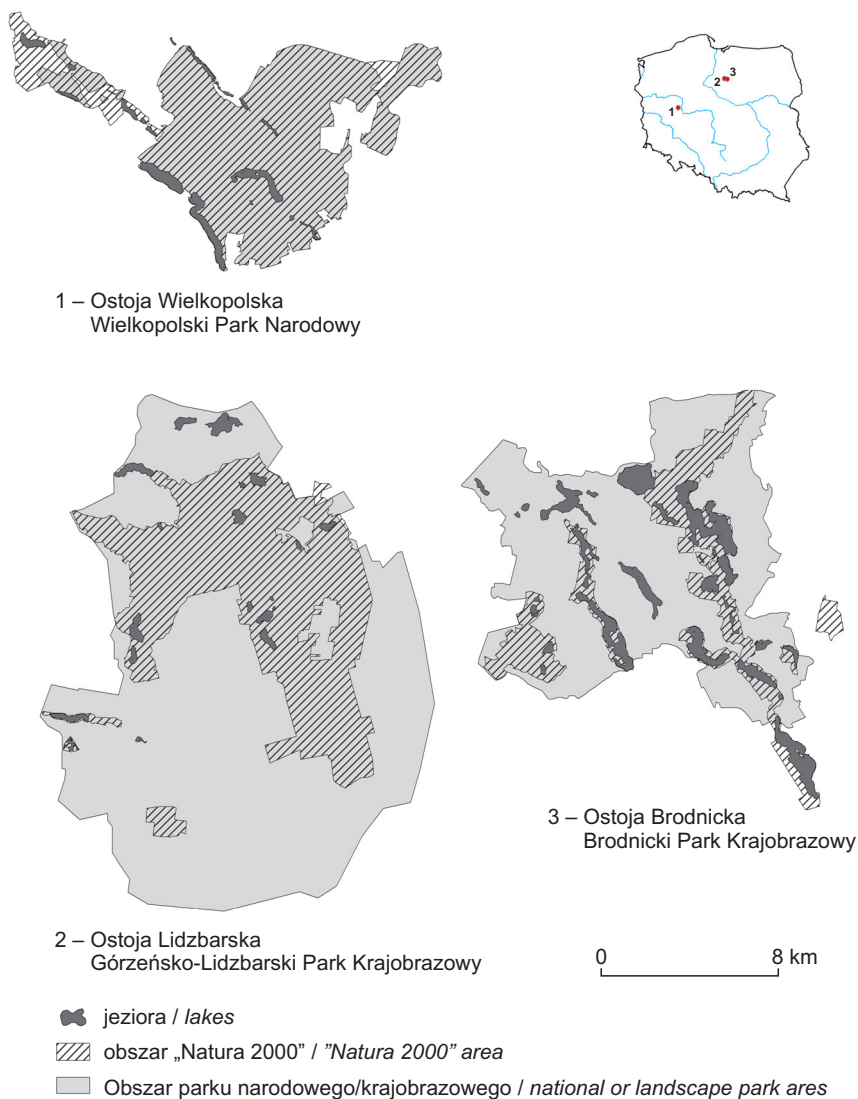
Celem niniejszego opracowania jest ocena zmian powierzchni jezior objętych ochroną w ramach sieci Natura 2000 i w randze parku narodowego lub krajobrazowego oraz wskazanie grupy wielkościowej jezior najbardziej podatnej na zmniejszanie swojej powierzchni.

Materiały i metody

W pracy dokonano analizy zmian powierzchni jezior w okresie około 50 lat. Badaniami objęto jeziora położone na trzech obszarach Natura 2000: Ostoi Wielkopolskiej, Ostoi Lidzbarskiej i Ostoi Brodnickiej (ryc. 1) oraz trzech parkach: Wielkopolskim Parku Narodowym, Górznieńsko-Lidzbarskim Parku Krajobrazowym i Brodnickim Parku Krajobrazowym.

Na Pojezierzu Poznańskim przeprowadzono analizę jezior Ostoi Wielkopolskiej (PLH300010), która obejmuje swoim zasięgiem Wielkopolski Park Narodowy (WPN) i jego otulinę. Na jej obszarze położonych jest 15 jezior, z tego 10 na terenie parku narodowego.

Na Pojezierzu Dobrzyńskim badaniami objęto 19 jezior znajdujących się na terenie Górznieńsko-Lidzbarskiego Parku Krajobrazowego (GLPK). Część powierzchni parku chroniona jest w ramach obszaru Natura 2000 Ostoja Lidzbarska (PLH280012). Na terenie Ostoi analizowano 10 jezior.



Ryc. 1. Lokalizacja obszaru badań
Location of the study area

Na Pojezierzu Brodnickim badaniom poddano 26 jezior położonych na terenie Brodnickiego Parku Krajobrazowego (BPK), z których 14 znajduje się na obszarze Natura 2000 – Ostoja Brodnicka (PLH040036).

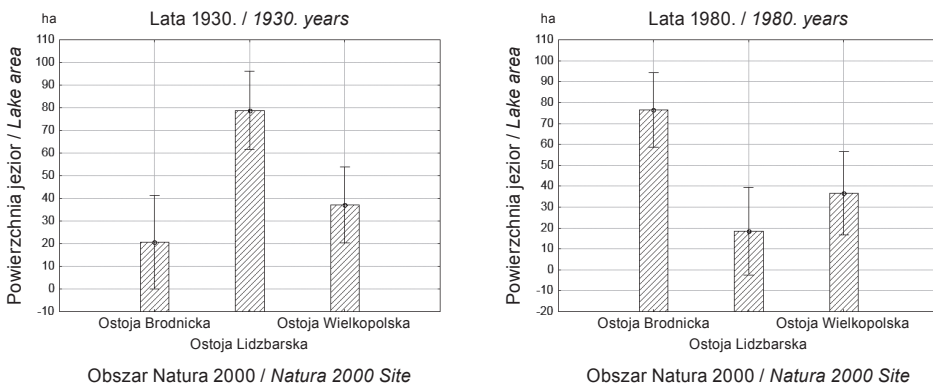
Do analiz wykorzystano niemieckie mapy topograficzne Messtischblatt w skali 1:25 000 wykonane w latach 1930 i 1940 (Krüger i Schnadt, 2000) oraz polskie mapy topograficzne w skali 1:25 000 w układzie PUWG 1965 sporządzone w latach 1980. (Siwek, 2006).

Pierwszym etapem analiz było nadanie wszystkim arkuszom map georeferencji oraz przekonwertowanie ich do wspólnego układu współrzędnych geodezyjnych – PUWG 1992. Drugi etap pracy polegał na digitalizacji linii brzegowej jeziora na niemieckich i polskich mapach topograficznych. Obie te czynności przeprowadzono za pomocą oprogramowania ArcGIS for Desktop 10.1 firmy ESRI. Powstałe w procesie digitalizacji poligony pozwoliły na obliczenie powierzchni jezior na mapach topograficznych. Wykorzystanie map w tej samej skali z zastosowaniem nowoczesnego oprogramowania GIS pozwoliło na zwiększenie dokładności oceny.

Uzyskane dane analizowano statystycznie z wykorzystaniem pakietu Statistica. Zastosowano jedno- lub dwuczynnikową analizę wariancji ANOVA w celu oceny istotności zmian powierzchni badanych jezior w odniesieniu do ich położenia na obszarze Natura 2000, parku narodowego lub krajobrazowego. Zmiany powierzchni jezior analizowano również w zależności od wielkości akwenów w czterech grupach: 1-10 ha, 11-50 ha, 51-100 ha i powyżej 100 ha.

Wyniki badań

Na terenie Ostoi Wielkopolskiej powierzchnia jezior na początku XX wieku wynosiła od 2,9 do 128 ha. Po pół wieku zmniejszyła się i wynosiła od 1,6 ha do 124,2 ha. Powierzchnia jezior na obszarze Ostoi Lidzbarskiej w latach 1930. wynosiła od 2,3 do 42,4 ha (ryc. 2). Na skutek procesów wypłykania i zarastania powierzchnie te uległy zmniejszeniu do zakresu od 2,2 ha do 37,9 ha. Na obszarze Ostoi Brodnickiej na początku XX w. powierzchnia jezior wynosiła od 2,4 do 328,2 ha. W ciągu badanych 50 lat powierzchnia ich zmieniała się nieznacznie, do przedziału 2,3-319,6 ha (ryc. 2).



Ryc. 2. Powierzchnie jezior na obszarach Natura 2000 w różnych okresach
 Opracowanie własne, podobnie jak pozostałe ryciny oraz tabele.
 Areas of lakes at what are today the *Natura 2000* areas in different periods
 Author's own elaboration, as well as other figures and tables.

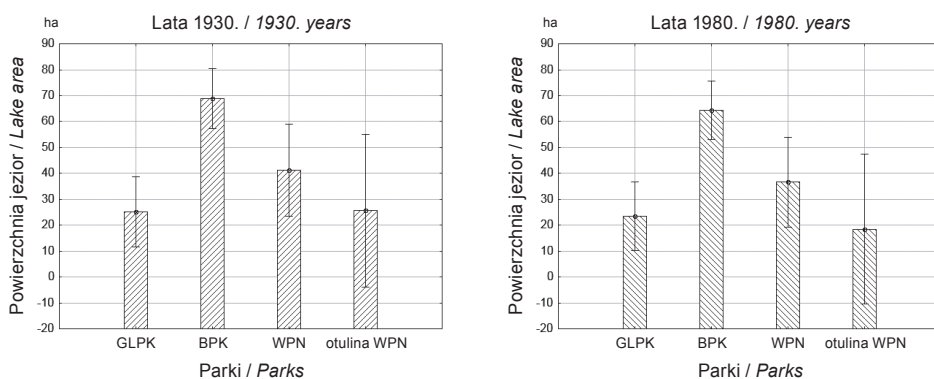
Stwierdzono statystycznie istotne zmiany powierzchni jezior w zależności od ich wielkości oraz położenia na obszarze parku (tab. 1, ryc. 3). Najmniejsze zmiany powierzchni jezior notowano na obszarze Brodnickiego Parku Krajobrazowego (BPK) – 7,3%. Na terenie Górznieńsko-Lidzbarskiego Parku Krajobrazowego (GLPK) powierzchnia jezior w ciągu 50 lat zmniejszyła się o 8,7% (ryc. 4). Niekorzystnym zjawiskiem jest intensyfikacja zaniku jezior na obszarze Wielkopolskiego Parku Narodowego (WPN) (26,7%) w stosunku do otuliny parku (16,4%). Wynika to z procesów zarastania małych akwenów, np. jezior Trzcielińskiego, Wielkowiejskiego, Budzyńskiego lub Skrzyńka.

Tabela 1. Wyniki dwuczynnikowej analizy wariancji ANOVA procentowych zmian powierzchni jezior między analizowanymi obszarami chronionymi (obszarami Natura 2000 i parkami) oraz grupami wielkościowymi jezior

Results of two-way ANOVA for percentage changes in lake areas between protected areas (Natura 2000 areas or Parks), and size groups of lakes

Wskaźnik / Index	df	F	Sig.
Obszar Natura 2000 / Natura 2000 sites	3	1,455	0,241
Grupy wielkościowe jezior / Size groups of lakes	3	6,115	0,002
Park / Park	3	5,280	0,004
Grupa wielk. jezior – Park / Size group of lakes – park	3	4,568	0,008
Grupa wielk. jezior – obszar Natura 2000 / Size group of lakes – Natura 2000 sites	4	1,491	0,223

df – stopnie swobody / degrees of freedom; F – wartość statystyki F / F-ratios; Sig. pogrubione – poziom istotności $p < 0,05$ / Sig. bold - significance level $p < 0.05$.



Ryc. 3. Powierzchnie jezior w parkach narodowych i krajobrazowych w różnych okresach
Areas of lakes in the studied National Parks and Landscape Parks in different periods

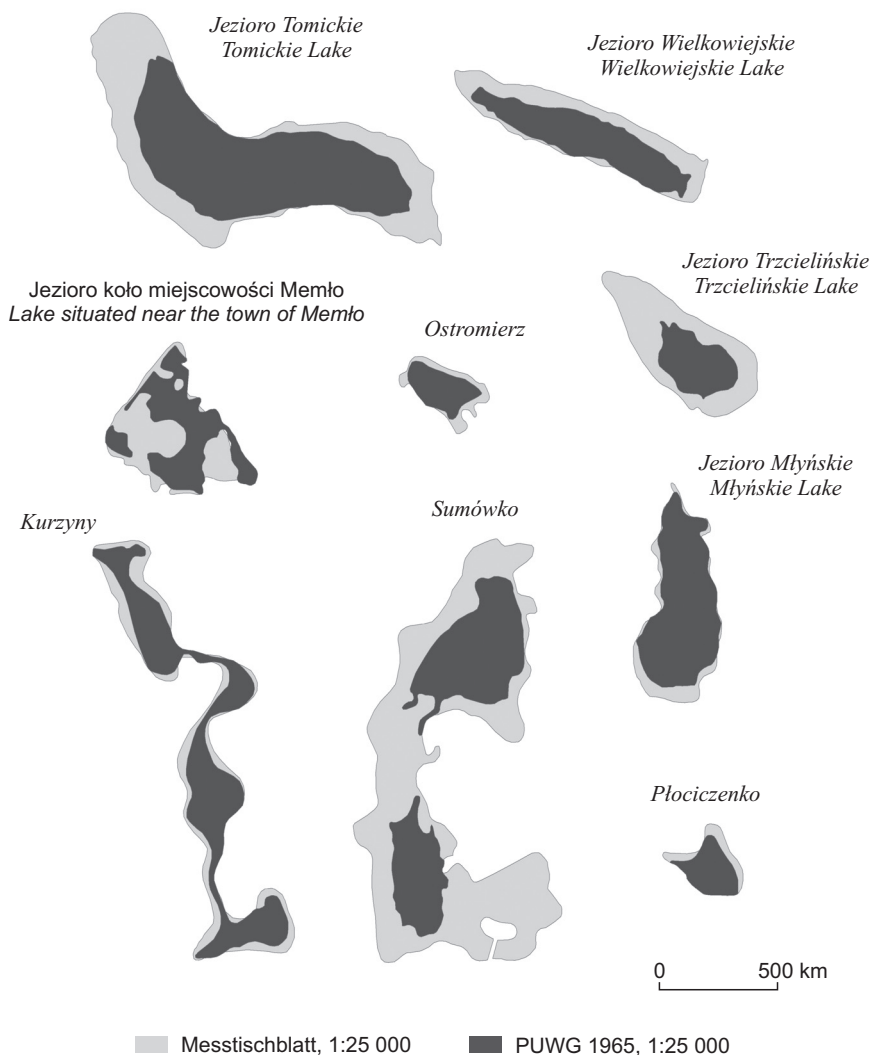
Analiza statystyczna wielkości jezior w badanych obszarach Natura 2000 nie wykazała istotnych statystycznie różnic. Różnice takie stwierdzono w odniesieniu do zmian powierzchni analizowanych zbiorników ($F=10,62$, $p<0,001$). Największe tempo zaniku jezior obserwuje się na terenie Ostoi Wielkopolskiej, aż 24,5%, najmniejsze zmiany zaś zaobserwowano dla jezior Ostoi Brodnickiej, 3,4%. Tempo zaniku jezior na terenie Ostoi Lidzbarskiej wynosiło 11,5% (ryc. 4).



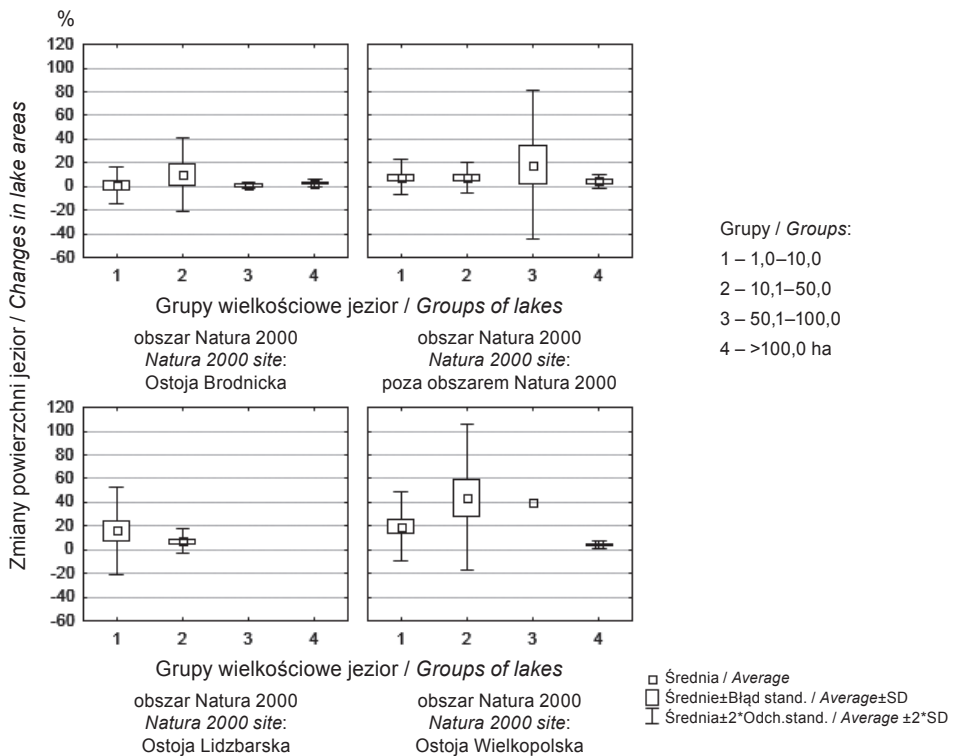
Ryc. 4. Różnice zmian powierzchni jezior na badanych obszarach chronionych w ciągu 50 lat
Differences in lake-area changes in the protected areas studied over 50 years

W odniesieniu do czterech spośród badanych akwenów stwierdzono zwiększenie się ich powierzchni średnio o 0,5 ha, jednak tylko w przypadku jezior Retno (BPK) i Leśne Duże (Ostoja Brodnicka) ich powierzchnia wzrosła istotnie, odpowiednio o 8,8% i 11,4%. Najszybciej zmniejsza się powierzchnia jezior Tomickiego, Trzcielińskiego i Wielkowiejskiego, na obszarze Ostoi Wielkopolskiej. Jeziora Wielkowiejskie i Trzcielińskie znajdują się na terenie Wielkopolskiego Parku Narodowego, a Jezioro Tomickie w jego otulinie. Na terenie Ostoi Lidzbarskiej największe zmiany stwierdzono dla jezior: Młyńskie (39%), Ostromierz (31%) i jezioro bez nazwy położone koło miejscowości Memło (14%) (ryc. 5). Na terenie Ostoi Brodnickiej najszybszy zanik dotyczył jezior: Sumówko, Kurzyny i Płociczno (ryc. 5). Jezioro Sumówko na skutek zarastania rozdzielone zostało na dwa zbiorniki o łącznej powierzchni 26 ha.

Największe zmiany powierzchni zaobserwowano w jeziorach reprezentujących dwie klasy: 10,1-50 ha oraz 1-10 ha (ryc. 6). Różnice te były istotne statystycznie (tab. 1). Jeśli chodzi o rozkład przestrzenny, największe zmiany powierzchni zbiorników stwierdzono w Wielkopolskim Parku Narodowym: w grupie akwenów o powierzchni 10,1-50 ha aż 58%, a 1-10 ha – 21,3%. Na terenie Brodnickiego Parku Krajobrazowego największe zmiany nastąpiły w grupie jezior 50,1-100 ha (18,3%), w Górznieńsko-Lidzbarskim Parku Krajobrazowym – w grupie akwenów małych (13%).



Ryc. 5. Zmiany powierzchni wybranych jezior na obszarze Ostoji Wielkopolskiej, Brodnickiej i Lidzbarskiej. Opracowanie wykonane na podstawie map topograficznych: Messtischblatt w skali 1: 25 000 i polskich map topograficznych PUWG 1965 w skali 1:25 000
 Changes in selected lake areas in the Wielkopolska, Brodnica and Lidzbark *Natura 2000* areas. Elaboration based on 1: 25 000-scale topographic maps of German origin (*Messtischblatt*) or Polish (PUWG 1965)



Ryc. 6. Procentowe zmiany powierzchni jezior na analizowanych obszarach Natura 2000 według grup wielkościowych jezior w ciągu 50 lat

Percentage changes of area of lakes in the analysed *Natura 2000* areas over 50 years, by reference to lakes of different size categories

Dyskusja

Powierzchnię jezior na badanych obszarach chronionych charakteryzuje stopniowe zanikanie, w zróżnicowanym tempie. Wpływ na to ma wiele czynników, między innymi parametry morfometryczne jezior (Choiński, 2007; Ptak i Ławniczak, 2011), użytkowanie zlewni (Ławniczak i Bartusz, 2010; Marszelewski i inni, 2011) oraz prace melioracyjne (Choiński i inni, 2012). Największe zmiany powierzchni jezior stwierdzono na obszarach chronionych Wielkopolski. Jak zauważa A. Choiński (2007), wynikać to może między innymi z faktu, że występują tu znacznie płytsze akweny niż na terenie Pojezierza Mazurskiego. Tempo zaniku jezior dla obszaru Pojezierza Wielkopolsko-Kujawskiego wynosi 15,2%, natomiast dla Pojezierza Mazurskiego zaledwie 10% (Choiński, 2007).

Wyniki uzyskane w odniesieniu do analizowanych obszarów Natura 2000 są wyższe niż oszacowane przez A. Choińskiego (2007) dla poszczególnych pojezierzy. Można stwierdzić, że nie ma istotnej różnicy tempa zaniku jezior położonych na badanych obszarach Natura 2000 i w parkach. Wynikać to może z faktu, że obszary te w pewnym stopniu się pokrywają, a także z parametrów morfometrycznych mis jeziornych i sposobu użytkowania zlewni.

Jeśli chodzi o zmiany powierzchni poszczególnych jezior, w Ostoi Lidzbarskiej wysokim tempem zaniku wyróżniały się 4 jeziora z 10, których tempo zaniku było wyższe niż 10%, a w Górznieńsko-Lidzbarskim Parku Krajobrazowym – 6 z 19 jezior (32% jezior GLPK). Na terenie Ostoi Brodnickiej tylko jedno jezioro (7% liczby) wykazywało 10% tempo zaniku w ciągu 50 lat. Na obszarze Brodnickiego Parku Krajobrazowego było ich 5 z 26, czyli około 7% liczby jezior w tym parku. W 7 z 15 jezior na terenie Ostoi Wielkopolskiej stwierdzono ponad 15% tempo zmniejszania się powierzchni; wskazuje to na zaawansowany proces ich zaniku, znacznie wyższy niż obserwowany na Pojezierzu Wielkopolskim.

Na wysokie tempo zanikania jezior na terenie Ostoi Wielkopolskiej, a tym samym Wielkopolskiego Parku Narodowego, niewątpliwie ma wpływ postępująca eutrofizacja wód oraz prace melioracyjne w dolinie Samicy Stęszewskiej (Ławniczak i Lipińska, 2012, Ławniczak, 2013). Gęsta sieć rowów spowodowała obniżenie poziomu wód, co stworzyło dogodne warunki do sukcesji roślinności (Ławniczak i inni, 2011). Zwiększona antropopresja na obszarze Ostoi Wielkopolskiej spowodowana jest przede wszystkim dużym udziałem rolnictwa w zlewniach oraz zrzutami ścieków do wód i do zlewni. Przyczyniło to się do znacznej degradacji akwenów na tym obszarze (Ławniczak, 2013). Potrzebne są bardziej intensywne działania ochronne na obszarze zlewni w celu ograniczenia dopływu biogenów do jezior. Zanikanie jezior, nie tylko na terenie Ostoi Wielkopolskiej, jest ponadto skutkiem postępującej eutrofizacji spowodowanej zasilaniem wewnętrznym jezior (Bartoszek, 2007; Sobczyński i Joniak, 2009; Kowalczevska-Madura i inni, 2010).

Badania zmian powierzchni jezior na analizowanych obszarach chronionych wykazały, że największe zagrożenie zmniejszania się powierzchni dotyczy akwenów średnich i małych. Wynika to z mniejszej ich odporności na degradację i ograniczonej zdolności do samooczyszczania się wód. Często takie zbiorniki położone są w zlewniach rolniczych i stanowią naturalne zagłębienia kumulujące duże ładunki zanieczyszczeń dopływających ze zlewni.

Wnioski

1. Analiza powierzchni jezior na badanych obszarach chronionych wykazała, że charakteryzuje je stopniowe zanikanie, a tempo tych zmian jest zróżnicowane.
2. Największe zmiany powierzchni jezior stwierdzono na obszarach chronionych Wielkopolski.

3. Wyniki wskazują, że nie ma większych różnic tempa zaniku jezior położonych na badanych obszarach Natura 2000 i w parkach.
4. Największe zagrożenie zmniejszania się powierzchni dotyczy akwenów średnich i małych.

Piśmiennictwo / References

- Bartoszek L., 2007, *Wydzielanie fosforu z osadów dennych*, Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Budownictwo i Inżynieria Środowiska, 42(240), s. 5-19.
- Choiński A., 1995, *Zarys limnologii fizycznej Polski*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań.
- Choiński A., 2007, *Limnologia fizyczna Polski*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań.
- Choiński A., Ławniczak A., Ptak M., Sobkowiak L., 2011, *Causes of lake area changes in Poland*, Journal of Resources and Ecology, 2, 2, s. 175-180.
- Choiński A., Ptak M., 2009, *Lake infill as the main factor leading to lake's disappearance*, Polish Journal of Environmental Studies, 18, 3, s. 347-352.
- Choiński A., Ptak M., Strzelczak A., 2012, *Examples of lake disappearance as an effect of reclamation works in Poland*, Limnological Review, 12, 4, s. 161-167.
- Kowalczyńska-Madura K., Goldyn R., Dondajewska R., 2010, *The bottom sediments of Lake Uzarzewskie – a phosphorus source or sink?*, Oceanological and Hydrobiological Studies, 39, 3, s. 81-91.
- Kutyla S., 2009, *Jeziora w sieci NATURA 2000 w Polsce*, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, UW, Warszawa, maszynopis.
- Kutyla S., 2014, *Characteristics of water level fluctuations in Polish lakes: a review of the literature*, Environmental Protection and Natural Resources, 25, 3, s. 27-34.
- Krüger G., Schnadt J., 2000, *Die Entwicklung der geodätischen Grundlagen für die Kartographie und die Kartenwerke 1810-1945*, Berlin-Brandenburg im Kartenbild, Berlin. http://www.geobasis-bb.de/GeoPortal1/produkte/verm_bb/pdf/201-schnadt.pdf [14.03.2014]
- Lange W., 1986, *Fizyczno-limnologiczne uwarunkowania tolerancji systemów jeziornych Pomorza*, Zeszyty Naukowe UG, Rozprawy i Monografie, 79, Gdańsk.
- Ławniczak A.E., 2010, *Overgrowing of two polymictic lakes in Central-Western Poland*, Limnological Review, 10, 3-4, s. 147-156.
- Ławniczak A.E., Choiński A., Kurzyca I., 2011, *Dynamics of lake morphometry and bathymetry in various hydrological conditions*, Polish Journal of Environmental Studies, 20, 4, s. 931-940.
- Ławniczak A.E., Bartusz A., 2010, *Zmiany struktury użytkowania stref przybrzeżnych jezior poddanych silnej antropopresji*, [w:] A. Choiński (red.), *Przemiany jezior i zbiorników wodnych*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, s. 77-88.
- Ławniczak A.E., Lipińska K., 2012, *Problemy ochrony wód na obszarach chronionych na przykładzie Wielkopolskiego Parku Narodowego i jego strefy ochronnej*, [w:] A.E. Ławniczak (red.), *Ekosystemy wodne i wodno-błotne na obszarach chronionych*, Wyd. DANIEL Ewa Wierzchucka, Poznań-Tuchola, s. 35-45.
- Ławniczak A.E. (red.), 2013, *Operat ochrony ekosystemów wodnych i wód podziemnych*, [w:] *Plan ochrony Wielkopolskiego Parku Narodowego*, maszynopis w Dyrekcji Wielkopolskiego Parku Narodowego, Jeziory.
- Marszelewski W., Ptak M., Skowron R., 2011, *Antropogenic and natural conditionings of disappearing lakes in the Wielkopolska-Kujawy Lake District*, Roczniki Gleboznawcze, 62(2), s. 283-294.

- Podbielkowski Z., Tomaszewicz H., 1996, *Zarys hydrobotaniki*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Ptak M., 2013a, *Lake evolution in the Żnin region in the years 1912-1960 (Central Poland)*, *Questiones Geographicae*, 32, 1, s. 21-26.
- Ptak M., 2013b, *Historical medium-scale maps as a source of information on the overgrowing of lakes*, *Limnological Review*, 13, 3, s. 155-162.
- Ptak M., Ławniczak A.E., 2011, *Changes in water resources in selected lakes in the middle and lower catchment of the River Warta*, *Limnological Review*, 11, 1, s. 25-32.
- Siwek J., 2006, *Mapy topograficzne*, [w] J. Paślowski (red.), *Wprowadzenie do kartografii i topografii*, Nowa Era, Warszawa, s. 235-290.
- Sobczyński T., Joniak T., 2009, *Co zagraża ekosystemowi Jeziora Góreckiego?*, [w:] B. Walna, L. Kaczmarek, M. Lorenc, R. Dondajewska (red.), *Wielkopolski Park Narodowy w badaniach przyrodniczych*, Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu, Stacja Ekologiczna w Jeziorach, Poznań-Jezioro, s. 51-62.
- Wiśniewski B., Wolski T., 2005, *Changes in Dąbie Lake bathymetry in the period 1962-1996*, *Limnological Review*, 5, s. 255-262.

[Wpłynęło: kwiecień; poprawiono: lipiec 2014 r.]

AGNIESZKA ŁAWNICZAK, SEBASTIAN KUTYŁA

LAKE-AREA CHANGES IN SELECTED PROTECTED AREAS ON THE BASIS OF CARTOGRAPHIC MATERIALS

The disappearance of lakes is determined by the twin factors of lake shallowing caused by a high rate of eutrophication and overgrowing. The shrinking process may outpace that involving the reduction in lake depth. A considerable impact on the rates of processes and changes occurring in bodies of water is exerted by variability in water levels, which is in turn determined by natural or anthropogenic factors. According to Choiński (1995, 2007), the forecast life of lakes in Poland will vary from several hundred to about 2000 years.

The process of disappearance characterising some bodies of water may jeopardise the proper functioning of valuable natural habitats. On the other hand, these areas are often parts of protected areas enjoying the rank of Landscape Park or National Park. Taking into account the long-term protection of the area of Park rank, this suggests that the processes of lake disappearance in these areas will be slower than in areas where active protection under the *Natura 2000* network has only been implemented recently.

The aim of this paper has thus been to present trends for lake area in three selected *Natura 2000* areas characterised by the presence of a large number of lakes; to assess the changes in lake surface area ongoing where protection under the *Natura 2000* network is being enforced or else where a site enjoys the rank of a National or Landscape Park and to indicate how group size may identify the lakes most susceptible to decreases in surface area.

The analysis presented thus concerns changes in lake surface area over a period of about 50 years. The study focuses on the lakes located in the three *Natura 2000* areas of Wielkopolska, Lidzbark and Brodnica, as well as on the Wielkopolski National Park,

Górznieńsko-Lidzbarski Landscape Park and Brodnicki Landscape Park. Use has been made of the German *Messtischblatt* 1:25 000 topographical maps made in the 1930s and 1940s, as well as Polish PUWG 1:25 000 topographical maps drafted in the 1980s.

The data obtained were analysed statistically using the *Statistica* package, with two-way ANOVA being used to assess the significance of changes in the area of the studied lakes in relation to their locations in either *Natura 2000* areas or National or Landscape Parks. Changes in lake area were also analysed by reference to the size of the body of water, in relation to the four size groups of 1-10, 10,1-50, 50,1-100 or >100 ha.

The study revealed statistically significant differences for changes in lake area in relation to both size or location in/not in a Landscape or National Park. The most marked changes were those characterising lakes in the Wielkopolski National Park (WNP), where overall declines in area were of 26.8%. The corresponding figure for the Górznieńsko-Lidzbarski Landscape Park (GLPK) was of 8.7%, and that for the Brodnicki Landscape Park (BPK) 7.3%. The downward trend entailing an intensification of the process of lake disappearance in WNP itself (the aforementioned 26.8%) may be compared with a figure of 16.4% in the case of the Park's buffer zone. This can be taken to reflect processes of overgrowth affecting such small bodies of water as lakes Trzcielińskie, Wielkowiejskie, Budzyńskie or Skrzyńska.

Among the studied bodies of water there are four whose surface areas increased, if only by 0.5 ha on average. However, only in the cases of Lakes Retno (BPK) and Leśne Duże (within the Brodnica *Natura 2000* area) was there any significant increase in area, by 8.8% and 11.4% respectively. The fastest processes of decline in lake surface were observed for Lakes Tomickie, Trzcielińskie and Wielkowiejskie, as located in the Wielkopolska *Natura 2000* area. Lakes Wielkowiejskie and Trzcielińskie are located in the National Park itself, while Lake Tomickie is within its buffer zone.

In the Lidzbark *Natura 2000* area, the most major change characterized Lakes Młyńskie (39%), Ostromierz (31%) and an unnamed lake situated near the town of Memło (14%). Within the Brodnica area, the fastest processes of disappearance were observed for Lakes Sumówko, Kurzyno and Płocizenko. Lakes whose surface areas ranged between 10,1 and 50 hectares, and between 1 and 10 ha were found to be most susceptible to a reduction in area. The most marked change was found for the water bodies of the National Park, with those of areas 10,1-50 ha increasing by 58% and those of 1-10 ha by 21.3%. In the Brodnicki Landscape Park, the most major (18.3%) changes were those observed for the group of lakes of sizes 50,1-100 ha, while in the Górznieńsko-Lidzbarski Landscape Park the group of small bodies of water was most affected (by 13%).

Analysis of the changes in lake area in the protected areas of the *Natura 2000* network and in the Landscape or National Parks showed that the rates of disappearance of lakes may differ markedly within a Lake District. The impact of this phenomenon will connect with both morphometric parameters and land use in the catchment. The most marked changes in lake area are to be observed in Wielkopolski National Park, perhaps as a reflection of the much shallower nature of bodies of water here as opposed to in the Mazurian Lake District. For comparison, the rate of lake disappearance in the Wielkopolsko-Kujawskie Lake District is seen to be 15.2%, as opposed to 10% in the Mazurian Lakes (Choiński, 2007).

In the Wielkopolska *Natura 2000* area, the rate of lake disappearance amounted to 15%, thus indicating an advanced process of lake disappearance of significantly greater

intensity than is to be observed within the wider Wielkopolska Lake District. This area is undoubtedly experiencing a progressive process of intensive eutrophication. Increased human pressure in this area within the Wielkopolska *Natura 2000* area is primarily due to the large share agriculture accounts for within lake catchments, as well as the sewage discharges taking place into waters and catchment areas. These processes have contributed to a marked degradation of bodies of water bodies that will necessitate more intensive conservation measures in the catchment area, reducing the inflow of nutrients into lakes.

Studies on the rate of decline of the studied lakes within protected areas show that the most serious threats of the areas of lakes diminishing characterize bodies of medium and small size. This reflects their more limited resistance to degradation and capacity for self-purification of waters. Such bodies of water are often situated within agricultural catchments, and are natural depressions accumulating polluted surface runoff from them. This process can be intensified by climate change, which can accelerate the process of eutrophication and have a severe impact on water resources. Hence further research on the rates of disappearance of lakes is needed if effective action to protect them is to be taken.

