

10.2478/bfpz-2013-0003

CHARAKTERYSTKA ZŁODZENIA JEZIOR WIELKOPOLSKIEGO PARKU NARODOWEGO I JEGO OTULINY

ADAM CHOIŃSKI¹, AGNIESZKA ŁAWNICZAK², MARIUSZ PTAK¹

¹Instytut Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ul. Dziegiełowa 27, 61-680 Poznań

²Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Piątkowska 94C, 60-649 Poznań

Abstract: This study presents the characteristics of ice phenomena occurring on selected lakes in the Wielkopolski National Park based on long-term observations of Góreckie Lake (1971–1992) and fieldwork performed in February 2012 on six other water bodies. The investigation revealed the advancement of ice phenomena appearance within the space of twenty years, as well as the advancement of their disappearance. Such a situation also concerned the ice cover. In turn, the analysis of maximum ice thickness showed an increasing trend, while the number of days with compact ice cover decreased. No direct relationship was observed between the rise in average annual water temperature and the delay in the appearance of ice phenomena in a subsequent year. Variation in ice cover thickness measured on the six lakes studied in February 2012 was low and amounted to only 5.5 cm. The thickest (35 cm) and the thinnest (29.5 cm) ice was recorded on the same water body. Fieldwork showed that ice cover thickness was mostly determined by climatic conditions and not influenced by the individual features of the consecutive lakes.

Keywords: ice phenomena, lakes, Wielkopolski National Park

WPROWADZENIE

Ekosystemy jeziorne są jednymi z głównych walorów parków narodowych położonych na Niżu Polskim. Potwierdzenie tego stwierdzenia można odnaleźć między innymi w: Wigierskim Parku Narodowym, Parku Narodowym Borów Tucholskich, Słowińskim Parku Narodowym czy Wielkopolskim Parku Narodowym (WPN). W Wielkopolskim Parku Narodowym spełniają one szczególną rolę – chociażby dlatego, iż były jednym z głównych argumentów decydujących o jego powstaniu. Jeziora na obszarze WPN i jego otuliny znajdują się w kręgu zainteresowań wielu badaczy, a liczna literatura (Dąbska 1984; Karcz, Schubert 1996; Zerbe i in. 1999; Burchardt 2001; Kuczyńska-Kippen, Nagengast 2003; Pelechaty 2007; Sobczyński 2009; Ławniczak i in. 2011; Walna, Siepak 2012 itd.) pokazuje interdyscyplinarność tych poczynań. Pewien deficyt można zaobserwować w tematyce dotyczącej zjawisk lodowych tych akwenów. Charakterystykę zlodzenia opisuje między innymi Skowron (2003, 2010), lecz prace te nie

koncentrują się na terenie WPN – spośród akwenów położonych w parku dotyczą jedynie Jeziora Góreckiego.

Funkcjonowanie samego zbiornika oraz powiązanych z nim elementów (w tym organizmów żywych) uzależnione jest od wielu czynników, a zasadnicze jego tło stanowią procesy atmosferyczne i hydrologiczne. Specyfiką jezior strefy umiarkowanej jest pojawianie się w półroczu zimowym zjawisk lodowych, za które uważa się obecność lodu w wodzie w każdej formie (śryż, lód brzegowy, kra, pokrywa lodowa). Największe znaczenie ma zwarta pokrywa lodowa, będąca izolatorem dla mas wodnych przed czynnikami zewnętrznymi. Całkowicie wyeliminowany jest wówczas wpływ wiatru generującego falowanie oraz prądy. Znacznie ograniczone lub wykluczone (w zależności od struktury lodu, obecności warstwy śniegu) jest promieniowanie słoneczne. To w konsekwencji może powodować znaczne deficyty tlenowe zagrażające organizmom żywym w wodzie (zjawisko tzw. przyduchy zimowej). Dlatego jest ważne, aby dysponować możliwie najszerszymi informacjami na temat pokrywy lodowej (terminów jej pojawiania się i zaniku, grubości oraz zróżnicowania przestrzennego).

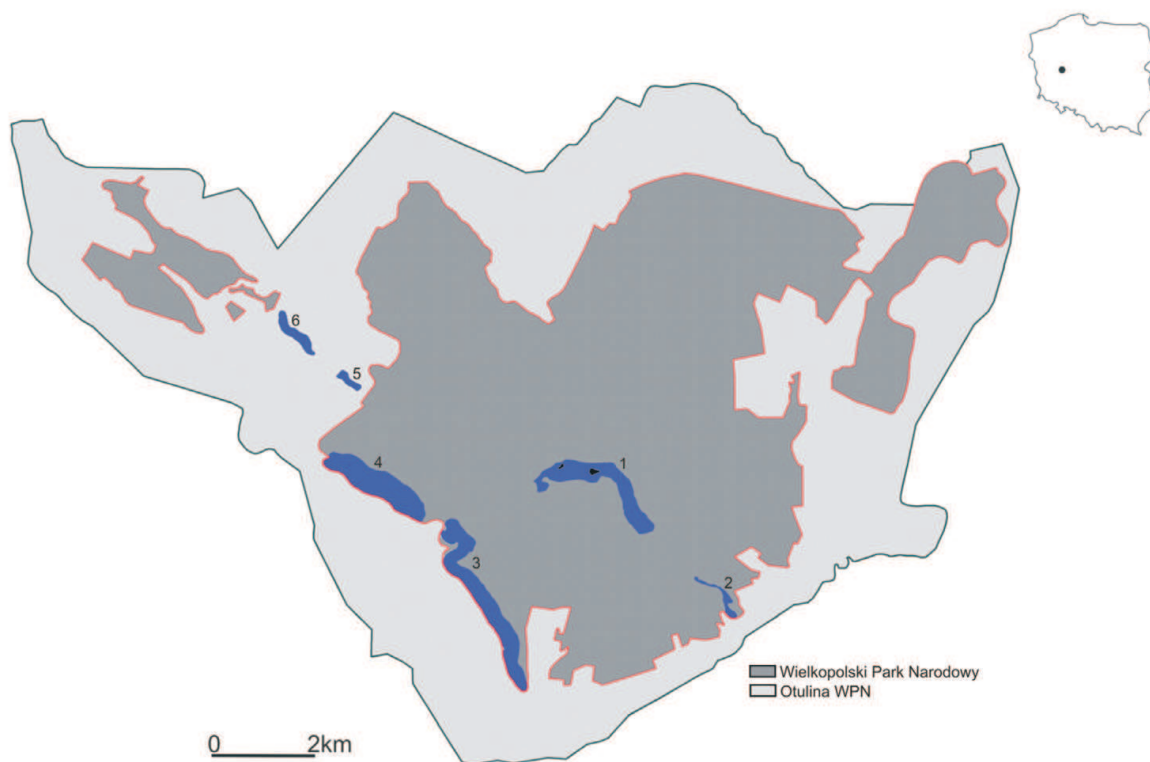
W pracy dokonano analizy zjawisk lodowych jezior Wielkopolskiego Parku Narodowego i jego otuliny, opierając się na danych pochodzących z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW) dla Jeziora Góreckiego oraz na własnych pomiarach terenowych wykonanych dla tego jeziora, a także dla pięciu innych akwenów.

METODY I OBIEKTY BADAŃ

Realizację tematu pracy oparto na dwóch rodzajach danych. Pierwsze obejmowały wyniki codziennych obserwacji zjawisk lodowych dla Jeziora Góreckiego, prowadzonych przez IMiGW w latach 1971–1992. Dane te zostały zestawione w *Rocznikach hydrologicznych wód powierzchniowych – dorzecze Odry* (do roku 1983), a następnie były archiwizowane w Centralnej Bazie Danych Hydrologicznych (CBDH). Rok 1992 był ostatnim, w którym prowadzono ciągłe obserwacje zjawisk lodowych. Jest to jedyne jezioro, nie tylko z terenu parku, ale i z tej części Polski, o tak długim ciągu obserwacyjnym.

Drugi rodzaj danych to jednorazowe pomiary grubości pokrywy lodowej, które wykonano w lutym 2012 r. Badania terenowe obejmowały cztery jeziora z terenu parku (Góreckie, Budzyńskie, Łódzko-Dymaczewskie, Witobelskie) oraz dwa jeziora z otuliny parku (Lipno i Dębno). Lokalizację badanych jezior przedstawiono na rycinie 1, a podstawowe dane o jeziorach zawarto w tabeli 1.

Łącznie wykonano 28 odwiertów w lodzie (fot. 1a). Najwięcej, bo aż 21, na Jeziorze Góreckim; stanowią one materiał do oceny zróżnicowania grubości pokrywy lodowej w obrębie jednego akwenu. Pomiaru miąższości pokrywy lodowej dokonano przy użyciu tzw. kosy (fot. 1b).



Ryc. 1. Lokalizacja badanych jezior

Jeziora: 1 – Góreckie, 2 – Budzyńskie, 3 – Łódzko-Dymaczewskie, 4 – Witobelskie, 5 – Lipno, 6 – Dębno

Fig. 1. Location of the studied lakes

Lakes: 1 – Góreckie Lake, 2 – Budzyńskie Lake, 3 – Łódzko-Dymaczewskie Lake, 4 – Witobelskie Lake, 5 – Lipno Lake, 6 – Dębno Lake

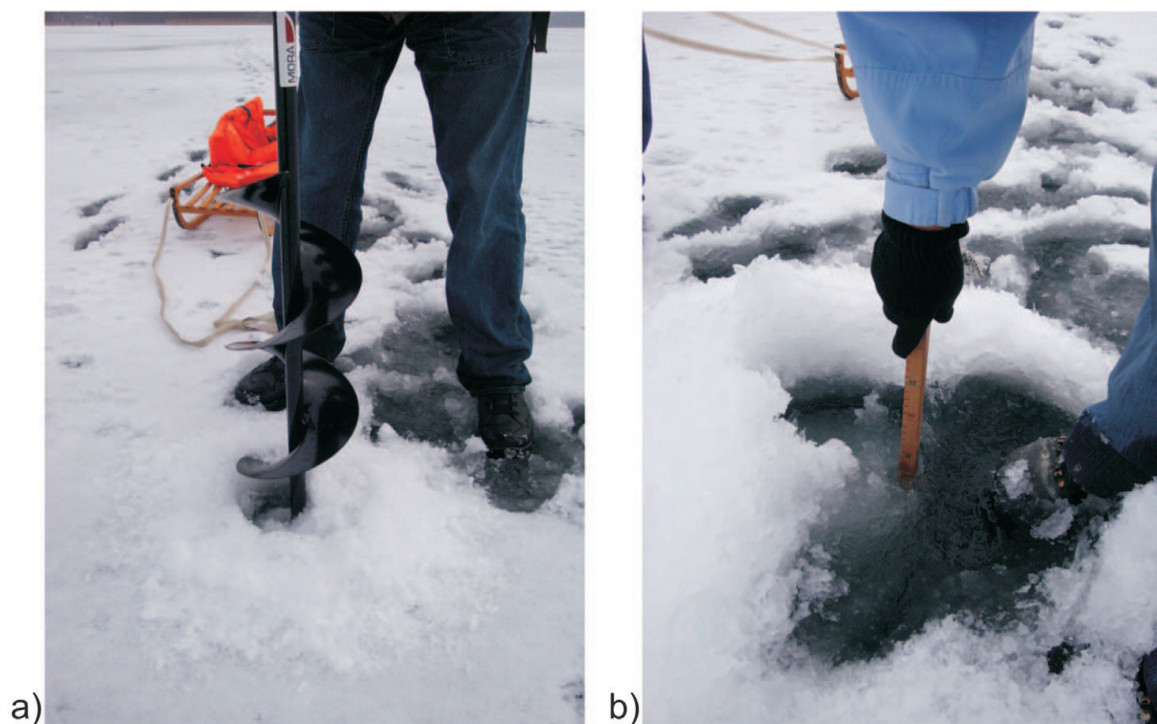
Tabela 1. Parametry morfometryczne badanych jezior

Table 1. Morphometric features of the studied lakes

Nazwa jeziora	Powierzchnia ¹ [ha]	Głębokość maks. ² [m]	Głębokość średnia ² [m]	Objętość ² [tys. m ³]	Wskaźnik odsłonięcia
Góreckie	92,0	17,2	9,0	9340,0	10,2
Budzyńskie	12,5	3,7	1,8	316,0	6,9
Łódzko- -Dymaczewskie	121,0	12,0	5,3	6221,0	22,8
Witobelskie	100,0	5,4	3,4	5579,0	29,4
Lipno	6,5	9,5	5,5	495,0	1,1
Dębno	22,5	11,6	6,8	1706,8	3,3

¹Choiński (2006)

²Instytut Rybactwa Śródlądowego (za: Choiński 2006)



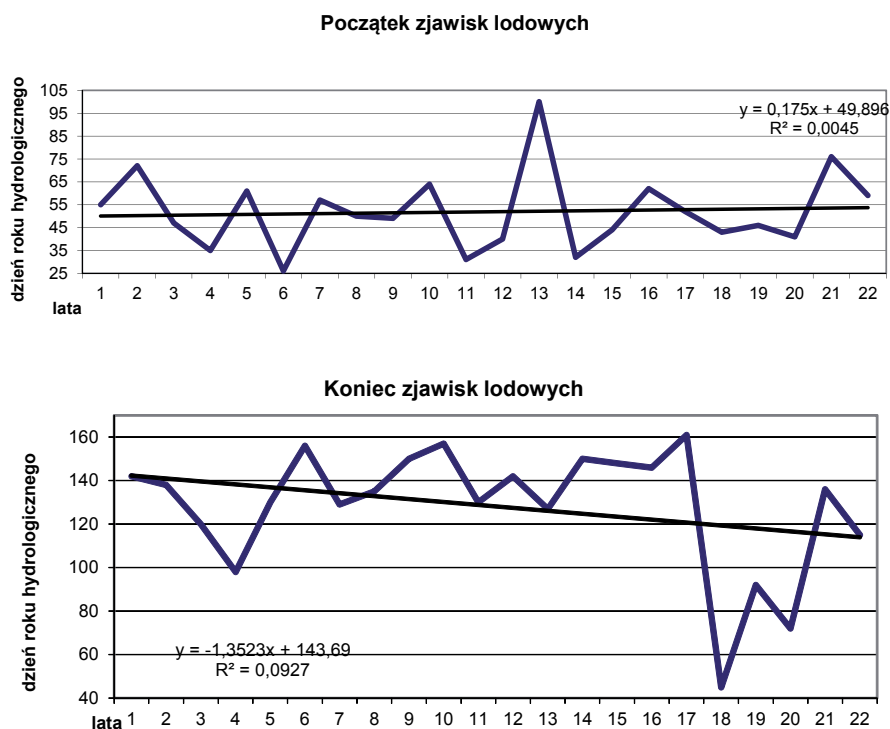
Fot. 1. Wykonanie odwiertu (a) oraz pomiar grubości lodu (b)
Photo 1. Drilling of a borehole (a) and the measurement of ice thickness (b)

WYNIKI

Charakterystyka zjawisk lodowych z lat 1971–1992 dla Jeziora Góreckiego dotyczyła analizy: początku i końca ich występowania, początku i końca pojawiania się pokrywy lodowej, maksymalnych grubości pokrywy lodowej oraz dni z pokrywą lodową. Jednostką czasu powyższych analiz był rok hydrologiczny (zaczynający się 1 XI). Przebieg poszczególnych parametrów przedstawiono na rycinach 2–5.

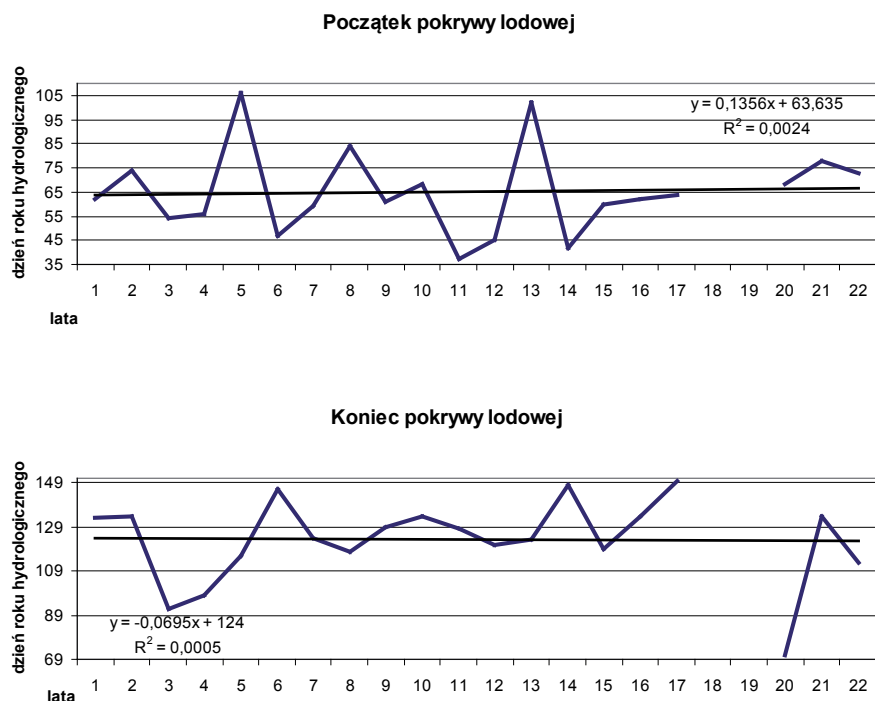
Najwcześniej pojawienie się zjawisk lodowych w Jeziorze Góreckim, w wieloleciu 1971–1992, odnotowano w roku 1976 (26 XI), a najpóźniej w roku 1983 (8 II). Średni czas pojawiania się zjawisk lodowych dla powyższego okresu badań przypada na 22 grudnia. Koniec zjawisk lodowych nastąpił najszybciej w 1988 r. (15 XII), a najpóźniej w roku 1987 (10 IV). Średnio koniec zjawisk lodowych w badanym okresie przypada na 8 marca.

Zjawiska lodowe formują się dzięki ujemnemu bilansowi cieplnemu danego akwenu. Zatem na termin ich pojawienia się zasadniczo wpływa ilość ciepła zmagazynowana w ciągu całego roku przez masę wody. Jest to generalna zależność, która może być transformowana przez indywidualne cechy jeziora i jego zlewni. Na podstawie danych dotyczących temperatury wody, uzyskanych z *Roczników hydrologicznych wód powierzchniowych – dorzecze Odry za lata 1973–1984*, prześledzono związek pomiędzy temperaturą wody oraz



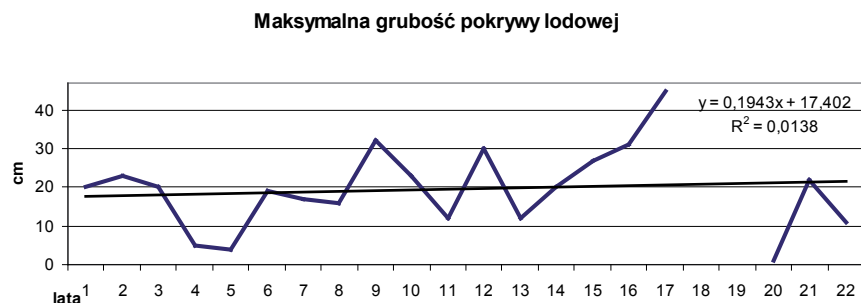
Ryc. 2. Początek i koniec zjawisk lodowych Jeziora Góreckiego w latach 1971–1992

Fig. 2. Time course of appearance and disappearance of ice phenomena on Góreckie Lake in years 1971–1992



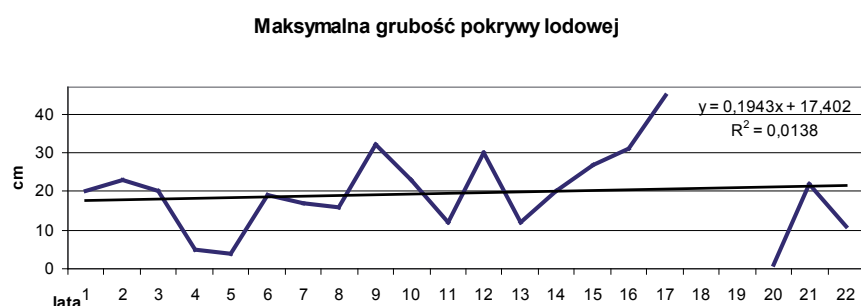
Ryc. 3. Początek i koniec pokrywy lodowej Jeziora Góreckiego w latach 1971–1992

Fig. 3. Time course of appearance and disappearance of ice cover on Góreckie Lake in years 1971–1992



Ryc. 4. Maksymalna grubość pokrywy lodowej Jeziora Góreckiego w latach 1971–1992

Fig. 4. Maximum depth of ice cover on Góreckie Lake in years 1971–1992



Ryc. 5. Liczba dni z pokrywą lodową Jeziora Góreckiego w latach 1971–1992

Fig. 5. Number of days with compact ice cover on Góreckie Lake in years 1971–1992

pojawianiem się zjawisk lodowych w kolejnym roku hydrologicznym. Na tej podstawie można stwierdzić, iż brak jest bezpośredniego przełożenia wzrostu średniej rocznej temperatury wody na późniejszy termin wystąpienia zjawisk lodowych. Zestawione wielkości obrazują zależność przeciwną, to jest najwyższe średnie roczne temperatury wody odnotowano w roku hydrologicznym 1975 i 1983 (11,3°C), a zjawiska lodowe w analizowanym wieloleciu pojawiły się najwcześniej w kolejnych latach hydrologicznych (1976 – 26 XI, 1984 – 2 XII).

Pokrywa lodowa natomiast pojawiła się najwcześniej w roku 1981 (7 XII), a najpóźniej w roku 1975 (13 II). Średni czas powstawania pokrywy lodowej przypada na 4 stycznia. Zanik pokrywy lodowej nastąpił najszybciej w roku 1990 (10 I), a najpóźniej w 1987 (30 III). Średni czas zaniku pokrywy lodowej przypada na 3 marca. W roku 1988 i 1989 nie odnotowano zwartej pokrywy lodowej.

Maksymalna grubość pokrywy lodowej w wieloleciu 1973–1992 była bardzo zróżnicowana i wahała się od 0 cm (1988, 1989) do 45 cm (1987). Średnia maksymalna grubość pokrywy lodowej w tym okresie wynosiła 19,5 cm, a średni czas pojawiania się maksymalnej pokrywy lodu przypadał na 1 lutego.

Liczba dni z pokrywą lodową zawiera się w przedziale od 0 (1988, 1989) do blisko trzech miesięcy (87 dni w 1987). Średni czas trwania zwartej pokrywy lodowej w rozpatrywanym wieloleciu to 42 dni.

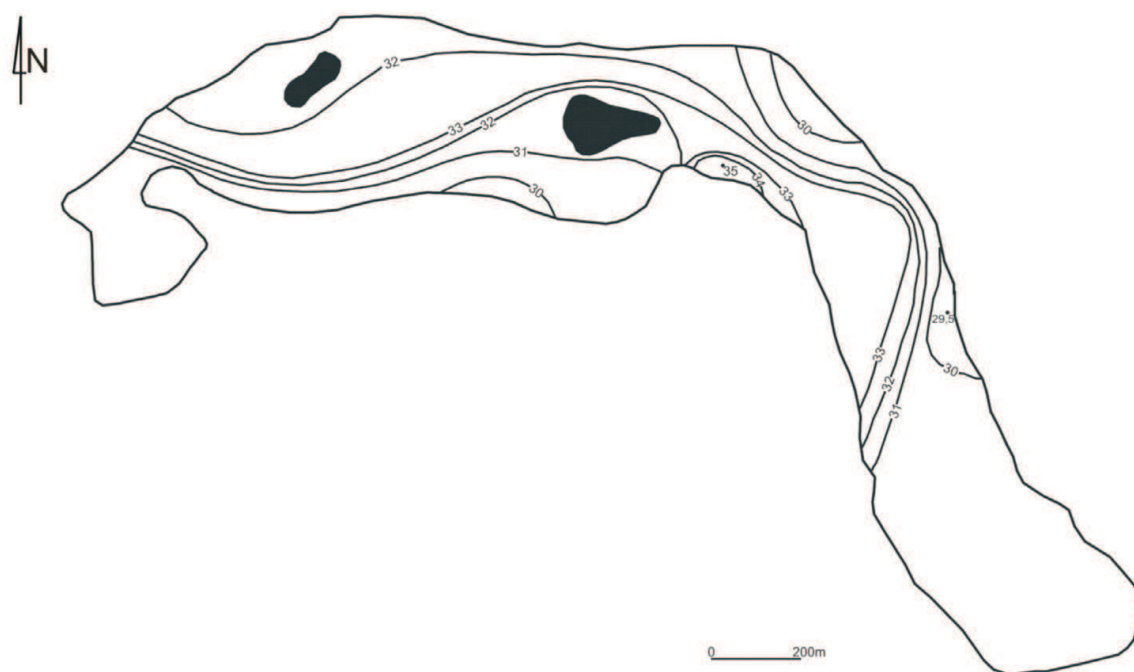
Prace mające na celu określenie zmienności grubości pokrywy lodowej wśród wybranych jezior parku i jego otuliny wykonano 19 lutego 2012 r. Wyniki pomiarów terenowych zawarto w tabeli 2.

Tabela 2. Zróżnicowanie pokrywy lodowej jezior WPN (luty 2012)

Table 2. Variation in ice cover thickness on lakes in the Wielkopolski National Park (February 2012)

Jezioro	Współrzędne otworu	Grubość lodu [cm]	Jezioro	Współrzędne otworu	Grubość lodu [cm]
Góreckie	52°15.942 16°47.937	33,0	Góreckie c.d.	52°15.991 16°47.593	35,0
	52°15.982 16°47.859	31,5		52°15.852 16°47.792	33,0
	52°16.044 16°47.726	30,2		52°15.712 16°47.880	33,0
	52°16.101 16°47.434	30,2		52°15.560 16°47.960	30,0
	52°16.105 16°47.123	32,0		52°15.480 16°48.143	30,0
	52°16.101 16°46.936	32,0		52°15.627 16°48.098	30,0
	52°16.039 16°46.706	32,0		52°15.805 16°48.004	29,5
	52°16.010 16°46.488	33,0	Budzyńskie	52°14.522 16°49.717	30,0
	52°15.919 16°46.399	30,2		52°14.566 16°49.661	31,0
	52°15.889 16°46.479	30,1	Łódzko- -Dymaczewskie	52°13.821 16°46.122	30,5
	52°15.978 16°46.642	33,0		52°15.321 16°44.733	34,0
	52°15.993 16°46.911	33,0	Witobelskie	52°15.550 16°44.278	33,0
	52°15.970 16°47.160	30,0	Dębno	52°17.284 16°42.478	33,0
	52°15.996 16°47.391	31,0	Lipno	52°17.117 16°42.973	33,0

Zróżnicowanie pokrywy lodowej dla wszystkich badanych jezior okazało się niewielkie i wynosiło jedynie 5,5 cm. Wartość największą, jak i najmniejszą odnotowano dla Jeziora Góreckiego. Wartość maksymalna (35 cm) była wyższa aż



Ryc. 6. Zróżnicowanie pokrywy lodowej na Jeziorze Góreckim (19 II 2012)

Kolorem czarnym zaznaczono wyspy

Fig. 6. Variation in ice cover thickness on Góreckie Lake (19 II 2012)

Islands are marked with black colour

o 15,5 cm od średniej maksymalnej z wielolecia 1971–1992 dla tego akwenu. Średnią grubość pokrywy lodowej określono na podstawie 21 odwiertów. Wynosiła ona 31,5 cm. Rozkład przestrzenny grubości pokrywy lodowej Jeziora Góreckiego przedstawiono na rycinie 6.

W rozkładzie przestrzennym grubości pokrywy lodowej Jeziora Góreckiego uwagę przyciąga południowa, znaczna część jeziora. Mięszczość pokrywy lodowej była tam jedną z niższych i wahała się od 30 do 31 cm. W stosunku do pozostałej części zbiornika tafla lodu pokryta była warstwą śniegu o innej strukturze (zbitej, o zwartej powłoce – fot. 2) oraz grubszej (ok. 6 cm) od zalegającego śniegu w pozostałej części akwenu (fot. 3). Uwzględniając fakt, iż temperatura w momencie pomiarów była dodatnia (a więc zarówno pokrywa lodowa, jak i warstwa śniegu na niej znajdowały się w fazie ablacji) można wnioskować, że podczas sezonu zimowego warstwa śniegu była jeszcze większa, była izolatorem przed wpływem warunków termicznych. Ponadto, szybciej znikający śnieg w innych niż południowa część akwenu mógł wpływać na większą mięszczość lodu wskutek zamarzania wody.

Małe zróżnicowanie pokrywy lodowej wszystkich jezior świadczy o tym, że czynniki decydujące o indywidualności każdego z nich (różne powierzchnie, objętości, charakter przepływowości itd.) nie wpływają znacząco na pokrywę lodową. Zatem, opierając się na przeprowadzonych badaniach, nie stwierdzono czynnika, który znacząco różnicował warunki makroskalowe (klimatyczne).



Fot. 2. Zwarta pokrywa śniegowa w południowej części Jeziora Góreckiego (19 II 2012)

Photo 2. Snow cover in the southern part of Góreckie Lake (19 II 2012)



Fot. 3. „Wyspowy” charakter pokrywy śniegowej na Jeziorze Góreckim (19 II 2012)

W tle siedziba Wielkopolskiego Parku Narodowego

Photo 3. Isolated snow patches on Góreckie Lake (19 II 2012)

The headquarters of the Wielkopolski National Park in the background

WNIOSKI

Analiza zjawisk lodowych jezior Wielkopolskiego Parku Narodowego i jego otuliny oparta została na danych z wielolecia 1971–1992 dla Jeziora Góreckiego oraz na jednorazowych pomiarach grubości pokrywy lodowej dla sześciu jezior. Informacje dotyczące Jeziora Góreckiego są najdłuższym (ponad dwudziestoletnim) przekazem o zjawiskach lodowych, nie tylko dla jeziora z obszaru parku i przyległej otuliny, ale również z tej części Polski. Z zestawionych danych wynika, iż w tym okresie nastąpiło przyspieszenie terminu występowania zjawisk lodowych w wodzie oraz przyspieszenie terminu ich końca. Układ taki nawiązuje również do terminów pojawiania się i końca pokrywy lodowej. Tendencja rosnąca wynika z analizy maksymalnej grubości lodu. Z kolei liczba dni ze zwartą pokrywą lodową, w przedstawianym wieloleciu, charakteryzowała się tendencją malejącą. Nie zaobserwowano także bezpośredniego związku pomiędzy wzrostem średniej rocznej temperatury wody a późniejszym pojawianiem się zjawisk lodowych w kolejnym roku. Zróżnicowanie pokrywy lodowej sześciu badanych jezior w lutym 2012 r. okazało się niewielkie i wynosiło jednie 5,5 cm. Wartość najwyższą (35 cm), jak i najniższą (29,5 cm) odnotowano w obrębie jednego akwenu. Z prac terenowych wynika, iż wpływ na grubość pokrywy lodowej miały głównie czynniki klimatyczne, w niewielkim stopniu zmienione przez cechy indywidualne poszczególnych akwenów. Pewne, choć niewielkie zróżnicowanie pokrywy lodowej spowodowane było zalegającą warstwą śniegu o różnej strukturze i grubości.

Prace terenowe zachęcają do dalszych obserwacji zjawisk lodowych jezior Wielkopolskiego Parku Narodowego w ujęciu cyklicznym oraz z uwzględnieniem innych czynników, na przykład cyrkulacji podlodowej wody itd.

LITERATURA

- Burchardt L. (red.), 2001: *Ekosystemy wodne Wielkopolskiego Parku Narodowego*. Wyd. Nauk. UAM, Poznań.
- Choiński A., 2006: *Katalog jezior Polski*. Wyd. Nauk. UAM, Poznań.
- Dąbska I. (red.), 1984: *Zbiorniki wodne Wielkopolskiego Parku Narodowego*. PWN, Poznań.
- Karcz G., Schubert T., 1996: *Wstępne wyniki badań nad batymetrią wybranych periodycznych zbiorników wodnych Wielkopolskiego Parku Narodowego (WPN)*. Bad. Fizjogr. nad Polską Zach., Ser. A – Geogr. Fiz., Vol. 47, 19–24.
- Kuczyńska-Kippen N., Nagengast B., 2003: *The impact of the spatial structure of hydromacrophytes on the similarity of rotifera communities (Budzyńskie Lake, Poland)*. Hydrobiol., Vol. 506–509, 333–338.
- Ławniczak A.E., Choiński A., Kurzyca I., 2011: *Dynamics of lake morphometry and bathymetry in various hydrological conditions*. Polish Journ. of Environmental Studies, 20(4), 931–940.
- Pełechaty M., 2007: *Does nymphaeid distribution reflect the spatial heterogeneity of abiotic conditions in a shallow lake?*, Belgian Journ. of Bot., Vol. 140, 1, 73–82.

- Skowron R., 2011: *Zróźnicowanie i zmienność wybranych elementów reżimu termicznego wody w jeziorach na Nizinie Polskiej*. Wyd. Nauk. UMK, Toruń.
- Skowron R., 2003: *Ice sheet in the lakes of the Polish Lowland. Distribution, differences and trends*. Limnol. Rev., 3, 205–212.
- Sobczyński T., 2009: *The effects of abiotic conditions on release of biogenic substances from bottom sediments*. Oceanol. and Hydrobiol. Stud., Vol. 38, 1, 1, 45–53.
- Walna B., Siepak M., 2012: *Heavy metals: Their pathway from the ground, groundwater and springs to Lake Góreckie (Poland)*. Environmental Monitoring and Assessment, Vol. 184, 5, 3315–3340.
- Zerbe J., Sobczyński T., Elbanowska H., Siepak J., 1999: *Speciation of Heavy Metals in Bottom Sediments of Lakes*. Polish Journ. of Environmental Stud., Vol. 8, 5, 331–339.

CHARACTERISTICS OF ICE PHENOMENA ON LAKES LOCATED IN THE WIELKOPOLSKI NATIONAL PARK AND ITS BUFFER ZONE

Summary

Lakes are a very important virtue of the Wielkopolski National Park and, therefore, it is important to gain detailed information on the processes and phenomena that occur in them. Ice phenomena are one such characteristic – in winter they determine the functioning of a given water body. This study aimed at the analysis of ice phenomena occurring on lakes located in the Wielkopolski National Park was based on the data collected for Góreckie Lake by the Institute of Meteorology and Water Management (Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – IMGW) in years 1971–1992 as well as on field measurements performed on this lake and six others in February 2012. Long-term observations revealed the advancement in the appearance and disappearance of ice phenomena. A similar situation concerned the ice cover. The maximum thickness of ice cover revealed an increasing trend, while the number of days with compact ice cover decreased. As for the variation in ice cover thickness in the six lakes studied in this investigation, it turned out to be low and amounted to only 5.5 cm. Field measurements showed that the ice cover thickness was mainly determined by macro-scale factors and only to a certain degree by individual features of consecutive lakes. Slight variability of ice cover was caused, for instance, by lingering snow cover of different structure and depth. Fieldwork performed in this study indicates the need of further, cyclical observations of ice phenomena occurring on lakes in the Wielkopolski National Park which should also include other elements like under-ice circulation of water and so on.