

ADAM CHOIŃSKI, MARIUSZ GAŁKA, AGNIESZKA ŁAWNICZAK

## PRZYKŁADY ZRÓŻNICOWANIA GRUBOŚCI POKRYW LODOWYCH WYBRANYCH JEZIOR

### ZARYS TREŚCI

W pracy podjęto próbę określenia czy istnieje zróżnicowanie grubości pokryw lodowych w obrębie jezior oraz jaka jest skala tego zjawiska. Pomiary wykonano zimą 2006 r. na Jeziorze Niepruszewskim, Charzykowskim i Skrzyńka. Z uwagi na stwierdzenia znacznych różnic grubości lodu zbadano czy wpływ na to ma różnica głębokości. Zależności takiej nie stwierdzono i dano propozycje badań, które w przyszłości być może pozwolą uzyskać odpowiedzi na pytanie, co stanowi o dużym zróżnicowaniu grubości lodu w obrębie danego jeziora oraz między jeziorami leżącymi nieopodal siebie.

### WSTĘP

Miesiące zimowe w 2006 r. były wyjątkowo chłodne, co miało odzwierciedlenie w rzadko spotykanej tak trwałej i grubej pokrywie lodowej. Umożliwiło to przeprowadzenie bezpiecznych prac pomiarowych dotyczących pomiaru grubości lodu.

Prace terenowe polegały na nawierceniu w lodzie otworów świdrem i bezpośrednim pomiarze w wywierconych otworze łatą, powszechnie nazywaną kosą. GPS pozwalał na dokładne określenie długości i szerokości geograficznej. Ponadto w każdym nawierconym punkcie dokonano pomiaru głębokości, a w wybranych pionach mierzono temperaturę wód. Uzyskane grubości lodu nanoszono na plany batymetryczne, które stanowiły podstawę do interpolacji izopachyt, czyli linii równych miąższości lodu.

Analizowany problem nie był do tej pory szerzej rozpatrywany w badaniach na obszarze Polski. Jedną z nielicznych informacji na ten temat zamieszcza w swej pracy R. SKOWRON (1997) stwierdzając, że „Badania prowadzone na kil-

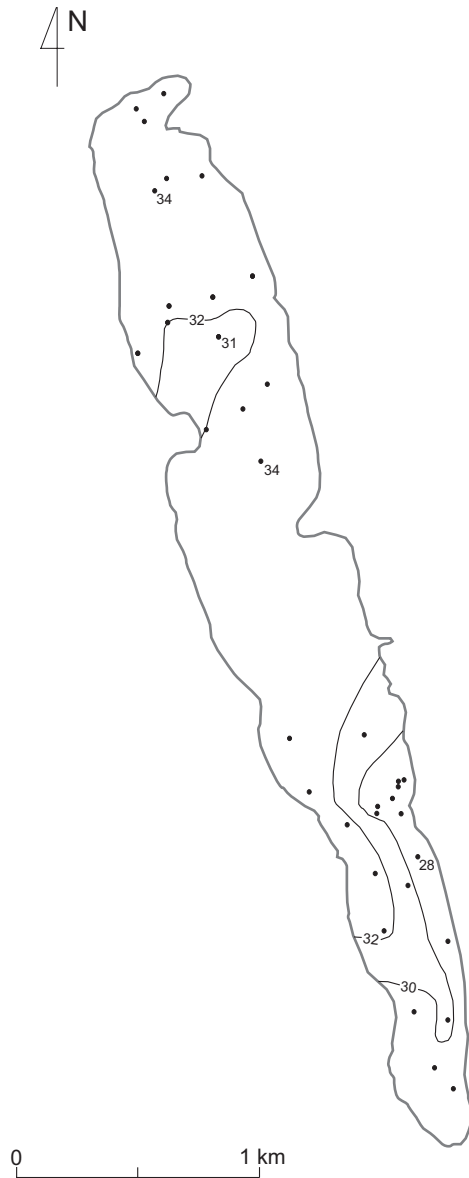
kunastu jeziorach wykazały ponadto, iż miąższość pokrywy lodowej w obrębie jeziora jest minimalnie zróżnicowana (maksymalnie do 4-6 cm), pomimo stosunkowo dużego rozczłonkowania i zróżnicowania głębokości (np. Gopło, Jeziorak, Popielewskie, Ostrowskie)”. Istnieją przykłady opracowań zróżnicowania powłoki lodowej na świecie. Jednym z nich jest mapa miąższości lodu w obrębie Bajkału (W.N. SKOLNIKOW 1964). Są to jednak jeziora wielkie pod względem powierzchni, nieporównywalne zupełnie do warunków polskich.

### ANALIZA UZYSKANYCH WYNIKÓW

Pierwszym z badanych obiektów było Jezioro Niepruszewskie, w obrębie którego dokonano pomiarów powłoki lodowej między 10 a 12 lutym 2006 r. Jezioro to leży na Pojezierzu Poznańskim, około 20 km na zachód od Poznania. Jest typowym jeziorem rynnowym o południkowym przebiegu osi, stosunkowo płytkim – głębokość średnia wynosi 3,1 m, zaś maksymalna 5,2 m, przy znacznej powierzchni przekraczającej 220 ha.

Łącznie nawiercono w lodzie 32 otwory, zaś obraz zróżnicowania jego miąższości przedstawia rys. 1. Przestrzenne zróżnicowania miąższości pokrywy lodowej jest wyraźne, tzn. w południowo-wschodniej części jeziora lód jest najbardziej cienki, tj. poniżej 30 cm i osiąga tam miąższość najmniejszą, czyli 28 cm. W kierunku północnym grubość lodu rośnie (z wyjątkiem niewielkiej enklawy koło Niepruszewa) – poniżej 32 cm grubości i osiąga maksymalnie 34 cm grubości. Tym samym różnica miąższości wynosi 6 cm. Planimetrując powierzchnię zawartą między izopachytami i mnożąc je przez średnie grubości określano wartości średnie dla całej powierzchni jeziora – 32,1 cm. Mnożąc zaś tę wartość przez powierzchnię określono kubaturę lodu na 784 tys. m<sup>3</sup>. W celu ustalenia czy istnieje związek między grubością lodu a głębokością wody pod nim, określono zależność, która przybiera następującą postać:  $y = 0,1532x + 31,121$ ,  $R = 0,06$ ; gdzie  $y$  – grubość lodu w cm,  $x$  – głębokość wody w metrach. Jak wynika z powyższych ustaleń zależności takiej nie ma. Temperatury wody pod lodem były mało zróżnicowane i mieściły się w następujących przedziałach, na głębokości: 1 m – od 0,0 do 0,1°C, 2 m – od 0,3 do 0,5°C, 3 m – od 1,0 do 1,3°C, 4 m – od 2,0 do 2,3°C i na różnych głębokościach przy dnie – od 2,1 do 3,3°C.

Drugim badanym obiektem było Jezioro Charzykowskie. Wiercenia w powłoce lodowej przeprowadzono 25 marca 2006 r. Jezioro to leży na Pojezierzu Pomorskim-Równina Charzykowska, 6 km na północny-zachód od Chojnic. Jest typowym jeziorem rynnowym o południkowym przebiegu osi i stosunkowo jej znacznej szerokości przekraczającej 2 km. Jezioro Charzykowskie pod względem powierzchni (1336 ha) zajmuje 21. pozycję w Polsce, zaś pod względem objętości wód (134,5 mln m<sup>3</sup>) 16. pozycję



Rys. 1. Zróżnicowanie grubości pokrywy lodowej w Jeziorze Niepruszewskim

Fig. 1. Differentiation of the ice cover of the Niepruszewskie lake

(A. CHOIŃSKI 1995). Analizowane jezioro zalicza się do głębokich, jego głębokość średnia wynosi bowiem 9,8 m, zaś głą-

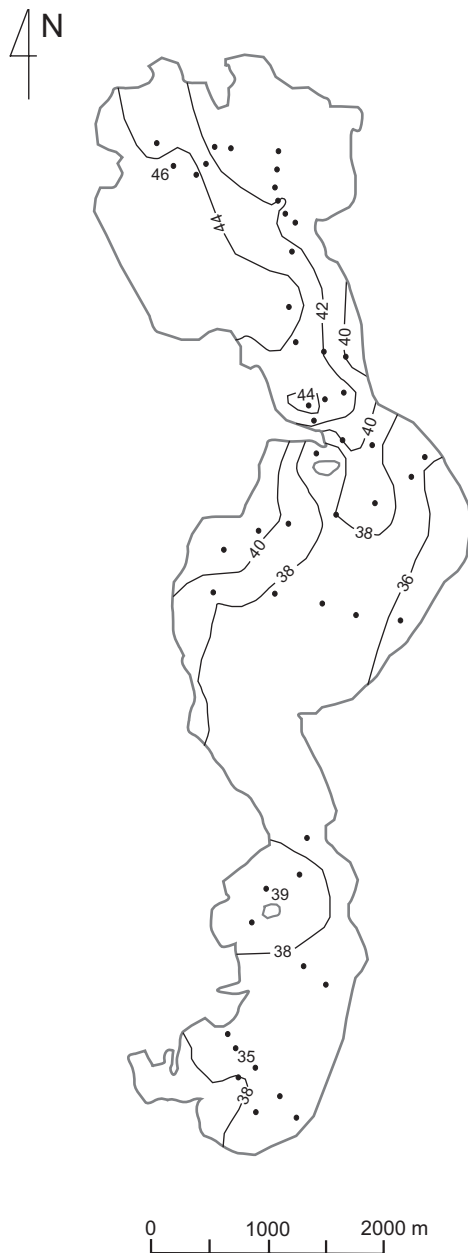
bokość maksymalna 30,5 m. W części północnej przez Jezioro Charzykowskie przepływa Brda. Łącznie wykonano 49 odwiertów w lodzie, a zmienność jego miąższości obrazuje rys. 2.

Różnice przestrzennego zróżnicowania grubości powłoki lodowej są bardzo wyraźne. Najmniejsza miąższość lodu występuje w części południowej i wynosi 35 cm. Wzrasta następnie w kierunku północnego wschodu, gdzie maksymalnie osiąga 46 cm. Różnica jest więc znaczna – 11 cm. Średnia miąższość lodu dla całej jego powierzchni, obliczana analogicznie jak dla Jeziora Niepruszewskiego, wynosi 39,5 cm. Mnożąc ją przez powierzchnię jeziora zasoby lodu określono na 5,29 mln m<sup>3</sup>. Stanowi to 3,9% kubatury wód jeziora. Ustalenie związku między grubością lodu a odpowiadającymi im głębokościami przyjmuje następującą postać:  $y = -0,1659x + 41,013$ ,  $R = 0,25$ ; gdzie:  $y$  – grubość lodu w cm,  $x$  – głębokość wody w metrach. Jak wynika z powyższych ustaleń związek ten jest bardzo słaby.

Temperatury wody pod lodem w kilku pionach pomiarowych na odpowiadających sobie głębokościach niewiele się różniły i wynosiły: 1 m – od 1,0 do 1,4°C, 5 m – od 1,0 do 1,8°C, 10 m – od 1,0 do 1,3°C i przy dnie na różnych głębokościach – od 1,4 do 2,4°C.

Jezioro Charzykowskie jest jednym z nielicznych w Polsce, na którym prowadzone są obserwacje zjawisk lodowych. W materiałach publikowanych w Rocznikach Hydrologicznych... w okresie 1971–1983 maksymalne grubości wahały się od 5 (1975) do 40 cm (1980). Zaobserwowana zatem maksymalna grubość lodu 46 cm, świadczy o wyjątkowej surowości zimy 2006 r.

Trzecie analizowane jezioro to Skrzyńka, położone niespełna kilometr na wschód od Jeziora Charzykowskiego. Jest to jezioro niewielkie pod wzglę-

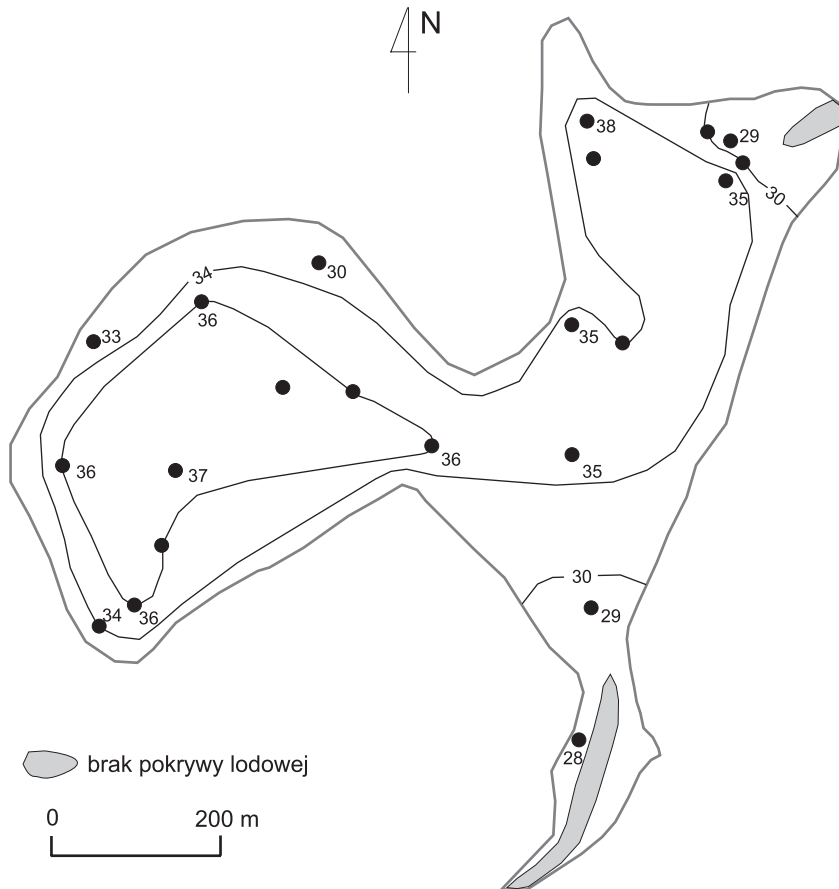


Rys. 2. Zróżnicowanie grubości pokrywy lodowej w Jeziorze Charzykowskim

Fig. 2. Differentiation of the ice cover of the Charzykowskie lake

dem powierzchni, ma bowiem zaledwie 17,5 ha, z rozczłonkowaną misą. We wschodniej jego osi przepływa ciek wodny, który początek bierze z jeziora Płesno, a uchodzi do Jeziora Charzykowskiego. Głębokość maksymalna jeziora Skrzynka wynosi 4,1 m, zaś średnia głębokość 2,3 m (J. JAŃCZAK 1997). Łącznie wykonano 22 odwierty w lodzie (16 marca 2006 r.), zaś zmienność jego miąższości przedstawia rys. 3. Przestrzenne zróżnicowanie grubości lodu ma zupełnie inny charakter niż w dwu

poprzednio analizowanych jeziorach. W strefie przybrzeżnej lód ma najmniejszą grubość – poniżej 34 cm. W partii centralnej jest najgrubszy, osiągając maksymalnie 37 cm. W strefach dopływu i odpływu rzek brak pokrywy lodowej, przy czym nawiercono tam lód najmniejszej grubości – 28 cm. Różnica grubości pokrywy lodowej dochodzi zatem do 9 cm. Średnia miąższość lodu, obliczona analogicznie jak dla jezior opisywanych poprzednio, wynosi 33,7 cm. Jest zatem mniejsza o blisko 6 cm w stosunku do



Rys. 3. Zróżnicowanie grubości pokrywy lodowej w jeziorze Skrzynka

Fig. 3. Differentiation of the ice cover of the Skrzynka lake

leżącego nieopodal Jeziora Charzykowskiego, większego niemal 80 razy od jeziora Skrzyńska. Zasoby lodu określono na 65 tys. m<sup>3</sup>. Stanowi to aż 14,6% kubatury wód jeziora. Związek między grubościami lodu a odpowiadającymi im głębokościami wody przyjmuje w powyższym przypadku następującą postać:  $y = 1,441x + 31,602$ ,  $R = 0,55$ ; gdzie  $y$  – grubość lodu,  $x$  – głębokość wody w metrach. Tym samym związek ten jest w odróżnieniu od poprzednich przypadków istotny. Temperatury wody pod lodem w kilku pionach pomiarowych na odpowiadających sobie głębokościach niewiele się różniły, kształtowały się bowiem następująco: 1 m – od 2,1 do 2,5°C, 2 m – od 3,0 do 3,1°C i przy dnie na różnych głębokościach – od 3,1 do 4,0°C.

Dokonano ponadto (16 marca 2006 r.) odwiertów na lodzie dwu niewielkich powierzchniowo, sąsiadujących z jeziorem Skrzyńska, jeziorach Mielnica 10,0 ha i Olbrachta (2,5 ha). Zróżnicowanie miąższości powłok lodowych było niewielkie i odpowiednio wynosiło; od 27 do 33 cm oraz od 30 do 38 cm.

#### WNIOSKI

Wstępne badania nad zróżnicowaniem grubości pokryw lodowych dały wyniki zachęcające do dalszych poczynań w tym zakresie. Różnice zlodowacenia poszczególnych zbiorników nie wynikają jedynie z położenia geograficznego, ale mogą być następstwem różnorodnych głębokości oraz innych indywidualnych cech danego jeziora. Na fakt ten zwrócił uwagę A. CHOIŃSKI (1995). W świetle powyższych badań widać wyraźnie, że zróż-

nicowanie grubości powłok lodowych nie jest „bezladne”, różnice grubości lodu w obrębie jeziora przekraczają nawet 10 cm, jeziora położone obok siebie mają powłoki lodowe o odmiennych średnich grubościach lodu. Czym wytłumaczyć powyższe fakty? Otóż punktowa analiza temperatury (czyli w pionach pomiarowych) niewiele wnosi, gdyż nie daje odpowiedź na pytanie, jaka jest przestrzenna zmienność temperatury wód przydennych. Tym samym nie wiadomo, czy i gdzie wody podziemne zasilają misę jeziorną. Aby na to pytanie uzyskać odpowiedź, należy w obrębie homotermii wiosennej lub jesiennej wykonać mapę termiczną dna. Taka procedura badawcza umożliwi wyznaczenie bardziej intensywnego zasilania podziemnego, które bezsprzecznie może stanowić o zróżnicowaniu grubości lodu. W przyszłości tego typu prace zostaną wykonane.

#### LITERATURA

- Atlas jezior Polski, t. II: Jeziora zlewni rzek Pomorza i dorzecza dolnej Wisły, 1997. Pod red. J. Jańczaka. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań.
- CHOIŃSKI A., 1995: Zarys limnologii fizycznej Polski, Wyd. Nauk. UAM, Poznań.
- Rocznik Hydrologiczny Wód Powierzchniowych, Dorzecza Odry i rzek Pomorza między Odrą i Wisłą, IMiGW, 1971–1983, Wyd. Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- SKOLNIKOW W.N., 1969: Ledowy reżim. [W:] Atlas Bajkała, Akademia Nauk SSSR, Głównoje Uprawlenije Gieodezji i Kartografii pri Sowietie Ministrow SSSR, Irkuck-Moskwa.
- SKOWRON R., 1997: Czasowo-przestrzenne zróżnicowanie temperatury wody powierzchniowej w jeziorach północnej Polski, Maszynopis UMK Toruń.

## DIFFERENTIATIONS OF THE ICE COVER OF SELECTED LAKES

## Summary

The aim of the presented work was to investigate the differences of icesheet thickness in the several lakes: Niepruszewskie Lake, located in Poznanskie Lakeland and Charzykowskie, Skrzyńka, Mielnica, Olbrachta lakes located in Pomorskie Lakeland – Charzykowska Plain. The study was carried out during the winter 2006. The study have shown that the differences of ice

sheet thickness in the lake exceeded even 10 cm. Moreover ice sheet of lakes which are situated next to each other had different ice sheet thickness. In the future, the study will be focused on explaining reasons of the detected variances of ice sheet thickness, particularly on the underground water supply.