



Katarzyna Glińska, Jerzy Miałdun*

**Współczesne zmiany morfometrii Jeziora Wulpińskiego
w świetle analizy zdjęć lotniczych i archiwalnych
materiałów kartograficznych****

*The contemporary changes of the morphometry of the Lake Wulpińskie in the light
of the aerial photographs and archival cartographic materials analyses****

Lake Wulpińskie undergoes a process of declining as other post-glacial lakes do. Its water-level has been lowering, thus lessening the geometrical dimensions of the lake basin.

It has been discovered that as result of climatic changes in Holocene, the water-level of the lake underwent many fluctuations. The maximum water range in the iron age amounted to 109 metres above sea level. Aerial photographs, geological profiles and archival data definitely indicate that it was 2400-2800 years ago. The light tone strip around the lake is equal to the 109 metres layer. This layer was the upper limit of lake chalk, molluscs, snails and shells occurring on the surface of Siła Peninsula. The water-level totalled to 8.79 square kilometres, whereas the capacity totalled to around 93 000 000 cubic metres. There existed some islands which are now parts of peninsulas, for example, Siła Peninsula.

Since Middle Neoholocene the water-level of the lake has been systematically lowering. Especially great fluctuations occurred between 1969 and 1991. The lowering of the water-level till 104.8 metres above sea level in 1969 was caused by the man interference. Soon the lake naturally made up for the loss and in 1991 the water-level amounted to 105.8 metres above sea

level (as it did in 1958). Now the lake occupies 7.3 square kilometres. Its capacity amounts to 76 990 000 cubic metres with the average depth of 10.55 metres. The waterside is subject mainly to two processes which are apparently irrespective of each other and they lead to the diminishing of the lake water basin. These processes are eutrophication and overrunning.

The comparatively great depth, water currents and waving restrain the progress of hydrophytic vegetation in the western basin of Lake Wulpińskie. The most advanced development of vegetation are along the banks of the lake shielded from the western winds prevailing in this area as well as the bays which have little contact with the rest of lake water. This mainly relates to the northern parts of the eastern basin.

The rivers falling into the lake carry rock and organic materials which are accumulated by the banks in the shape of alluvial cones. Tomaszowska Stream heaped this way part of a shallow facilitating the development of flora there.

The complexity of the declining process of Lake Wulpińskie makes it difficult to determine the importance of each factor, now. It will be the subject of the next researches of the authors.

* Dr Katarzyna Glińska, Dr Jerzy Miałdun, Akademia Rolniczo-Techniczna, Wydział Geodezji i Gospodarki Przestrzennej, Instytut Geodezji i Fotogrametrii, Kortowo, 10-718 Olsztyn, Tel.: (48 89) 23 49 92.

** Referat wygłoszony na XV Ogólnopolskiej Konferencji Fotointerpretacji i Teledetekcji, Warszawa, 21 września 1994 r.

*** Paper presented at the XV Polish Conference of Photo-interpretation and Remote Sensing, held in Warsaw on September 21st, 1994.

Wstęp

Z geologicznego punktu widzenia wiek jezior jest krótkotrwały, liczony zwykle w tysiącach lat. Dotyczy to zwłaszcza jezior polodowcowych, które według K.Kalinowskiej (1969) uległy zanikowi na obszarze Polski w około 64%.

Stały proces zanikania jezior w krajobrazie polodowcowym świadczy o starzeniu się form pierwotnych. Zdaniem J.Szukalskiego (1956) wszystkie niecki jeziorne stopniowo zanikają, niezależnie od ich genezy. O szybkości zanikania decyduje szereg warunków takich jak: typ genetyczny jeziora, geometria niecki jeziornej oraz cechy środowiska geograficznego zlewni, takie jak: budowa geologiczna, rozwój sieci hydrograficznej, klimat, szata roślinna i działalność człowieka. Jednym z celów niniejszego opracowania jest ustalenie znaczenia poszczególnych czynników w kształtowaniu zmian środowiska zachodzących w Jeziorze Wulpińskim. Podstawowym zagadnieniem jest jednak historia rozwoju jeziora oraz ustalenie zasięgów linii brzegowej w różnych okresach a tym samym rekonstrukcja zmian poziomu zwierciadła wody.

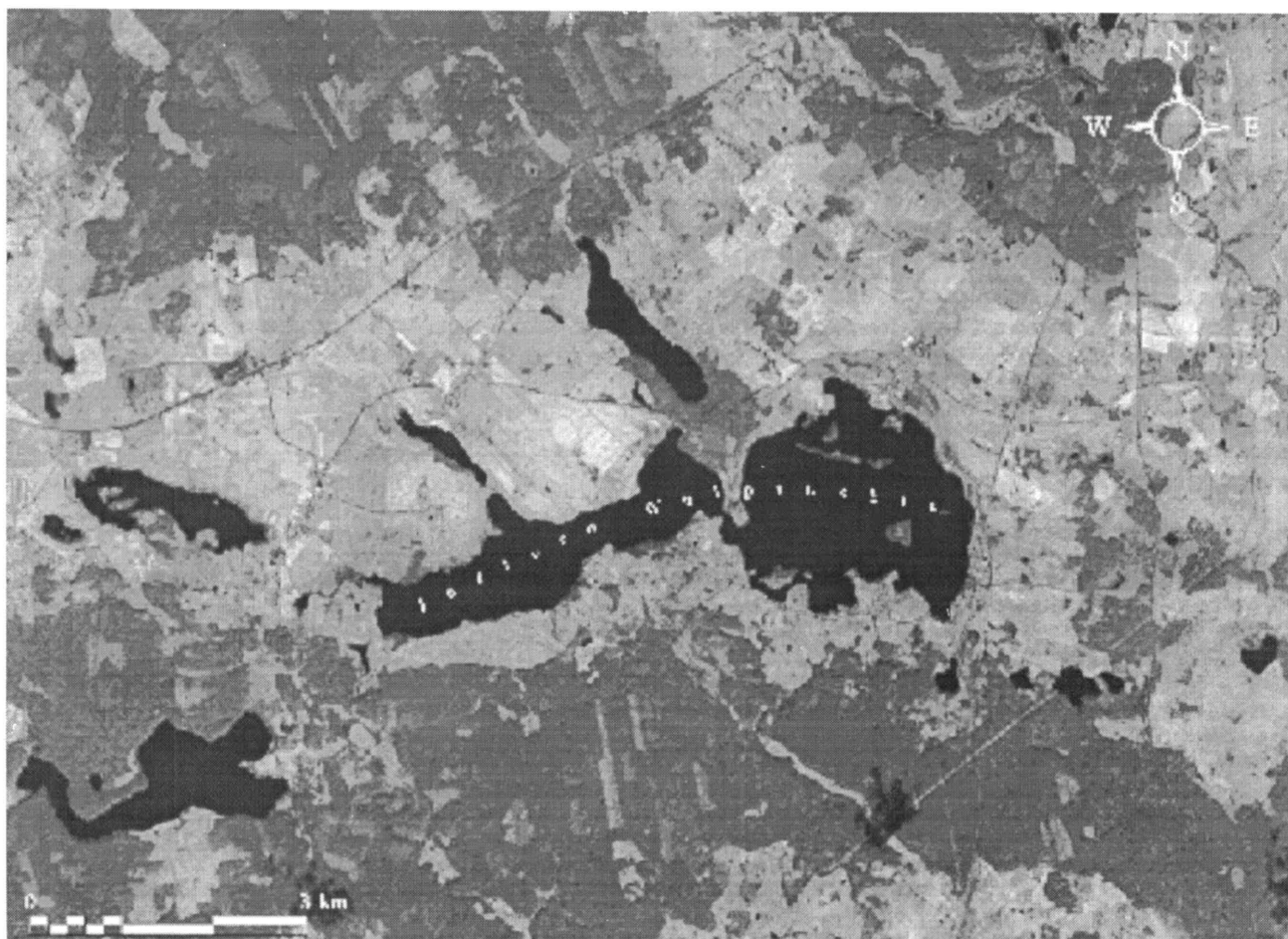
Analiza przemian morfometrii Jeziora Wulpińskiego sprowadzała się głównie do badań kameralnych wery-

fikowanych badaniami polowymi na wybranych polach testowych. Podstawowe znaczenie miały tu archiwalne i współczesne zdjęcia lotnicze. Pozwoliły one na wyznaczenie przebiegu ostatniego dłuższego postoju linii brzegowej. Jest to pas przybrzeżny okalający jezioro na wysokości 108,5-109,5 m n.p.m. Charakteryzuje go jasny fototon w kształcie nieregularnej wstęgi ciemniejącej ku brzegom. Badania terenowe potwierdziły słuszność wnioskowania o przebiegu linii brzegowej w oparciu o wyniki fotointerpretacji i analizę mapy przeglądowej Schröttera z lat 1796-1802. Materiałem tylko poglądowym, ze względu na rozdzielczość 20 m, okazał się obraz satelitalny ze SPOT-a, z kanłu XS3 (ryc. 1).

Wybrane cechy środowiska geograficznego zlewni Jeziora Wulpińskiego

Położenie geograficzne

Zgodnie z fizycznogeograficznym podziałem Polski (Kondracki, 1976) zlewnia Jeziora Wulpińskiego należy do podprowincji Pojezierzy Wschodniobałtyckich, do makroregionu Pojezierza Mazurskiego. Położona jest w środkowej części Pojezierza Olsztyńskiego, które jako mezoregion oznaczone jest symbolem 842.81.



Ryc. 1. Zdjęcie satelitarne zlewni Jeziora Wulpińskiego, wykonane ze SPOT-a, kanał XS3

Fig. 1. Satellite SPOT XS3 image of the Lake Wulpińskie

Współrzędne środka jeziora wynoszą: szerokość geograficzna $53^{\circ}42'33''N$, długość geograficzna, $20^{\circ}22'08''E$.

Zlewnia jeziora stanowi element prawego dorzecza Pasłęki. Wschodnią granicę zlewni wyznacza dział wodny pierwszego rzędu oddzielający dorzecza Łyny i Pasłęki.

Morfogeneza i ukształtowanie terenu

Obecny, pojezierny wygląd krajobrazu zlewnia Jeziora Wulpińskiego zawdzięcza dwu postojom lodowca fazy pomorskiej zlodowacenia bałtyckiego. Pozostałościami po tych fazach są dwa ciągi wzgórz morenowych, których kulminacje sięgają 160 m n.p.m. Starsza, trzecia linia wyznaczająca postój lodowca przebiega na południe od Jeziora Wulpińskiego i jest równoległa do jego osi. Natomiast młodsza, czwarta znajduje się po stronie północnej. Oba ciągi morenowe przybierają na tym terenie kierunek WNW-ESE i wyznaczają część granicy zlewni.

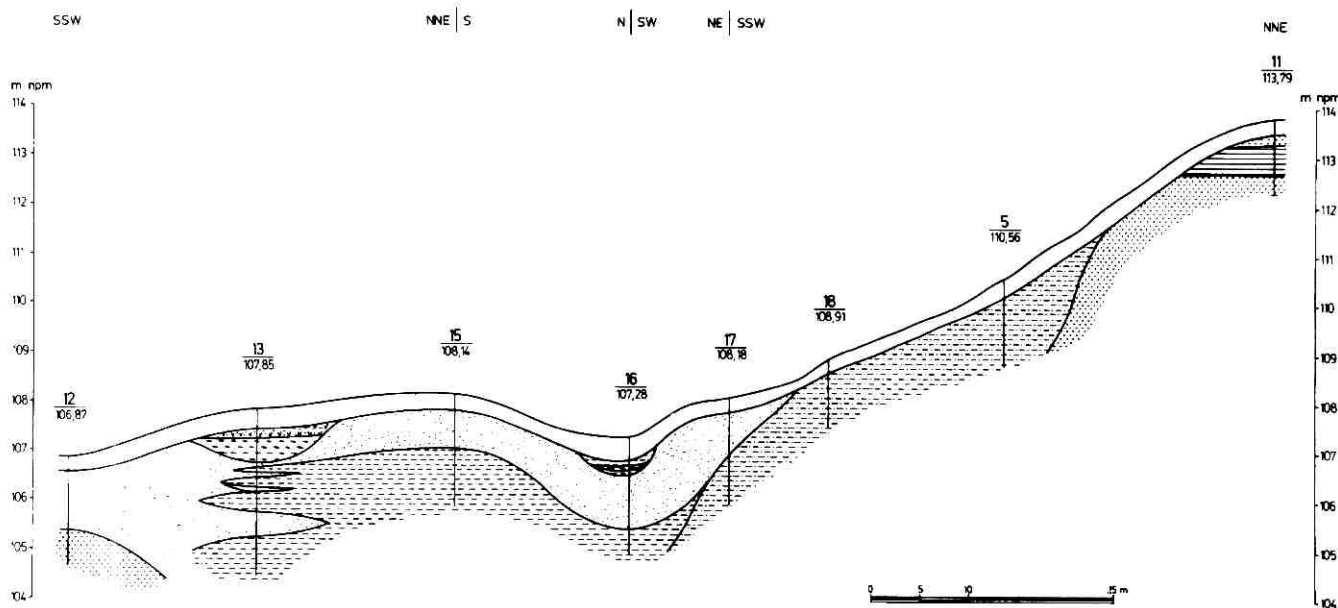
Charakterystyka osadów holocenijskich wokół Jeziora Wulpińskiego

Misa Jeziora Wulpińskiego ukształtowana jest całkowicie w osadach czwartorzędowych. Miąższość utworów tego okresu wynosi tu średnio 100 m.

Utwory plejstocenijskie będące pozostałością po okresach zlodowaceń, reprezentowane są przez gliny zwałowe, warstwy piasków i żwirów wodonośnych oraz ropy i mulki zastoiskowe.

Na powierzchni występują utwory holocenijskie takie jak: torfy, utwory denne jezior, namuły i muły, piaski dolinne oraz gleby, o miąższości kilku metrów. Utwory te, znajdujące się w pasie nadbrzeżnym jeziora, zawierają wkładki organiczne w postaci muszli małż i ślimaków oraz kredy jeziornej. Stanowią one dowód migracji linii brzegowej jeziora.

Na półwyspie Siła wykonano szereg sond geologicznych (Winskiewicz, 1991) mających na celu między innymi rozpoznanie osadów świadczących o dawnym zasięgu wód jeziora. Z badań tych wynika, że najwyższe położone osady jeziorne oscylują wokół wysokości 109 m



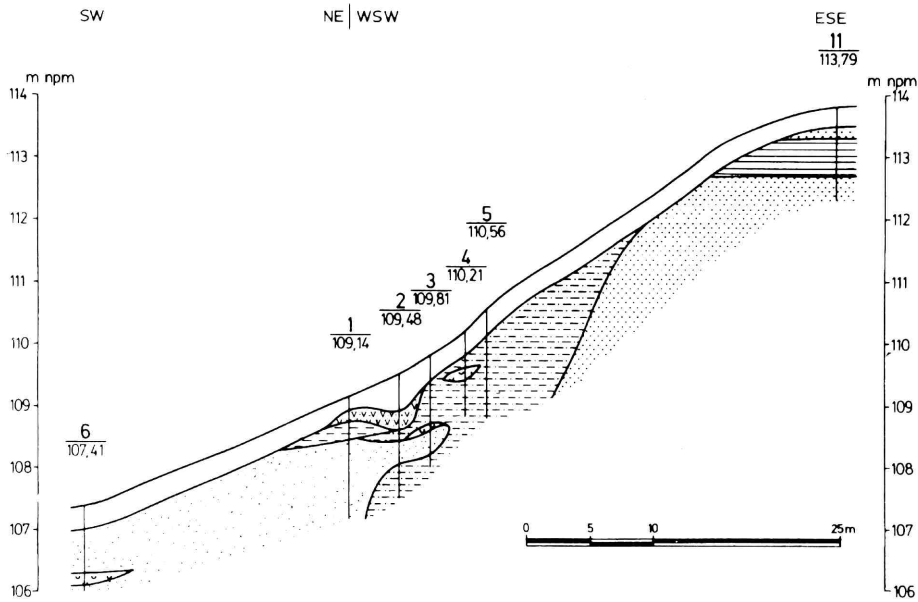
Ryc. 2. Półwysp Siła. Przekrój geologiczny „11-12”. Według: M. Winskiewicz (1991)

Fig. 2. The Siła Peninsula. Geologic cross-section „11-12”. After Winskiewicz, 1991

Zagłębienie między tymi ciągami wzgórz morenowych wypełniają wody Jeziora Wulpińskiego zajmując powierzchnię 730,3 ha. Jego geneza związana jest niewątpliwie ze wspomnianymi postojami lodowca. L. Starkel (1977) ocenia, że III i IV linia postoi lodowca, w fazie pomorskiej na terenie Pojezierza Mazurskiego pochodzi z okresu między 14 500 a 15 000 lat temu. Misa jeziora zajmuje obecnie fragment zagłębienia, które było prawdopodobnie rynną odprowadzającą wody polodowcowe.

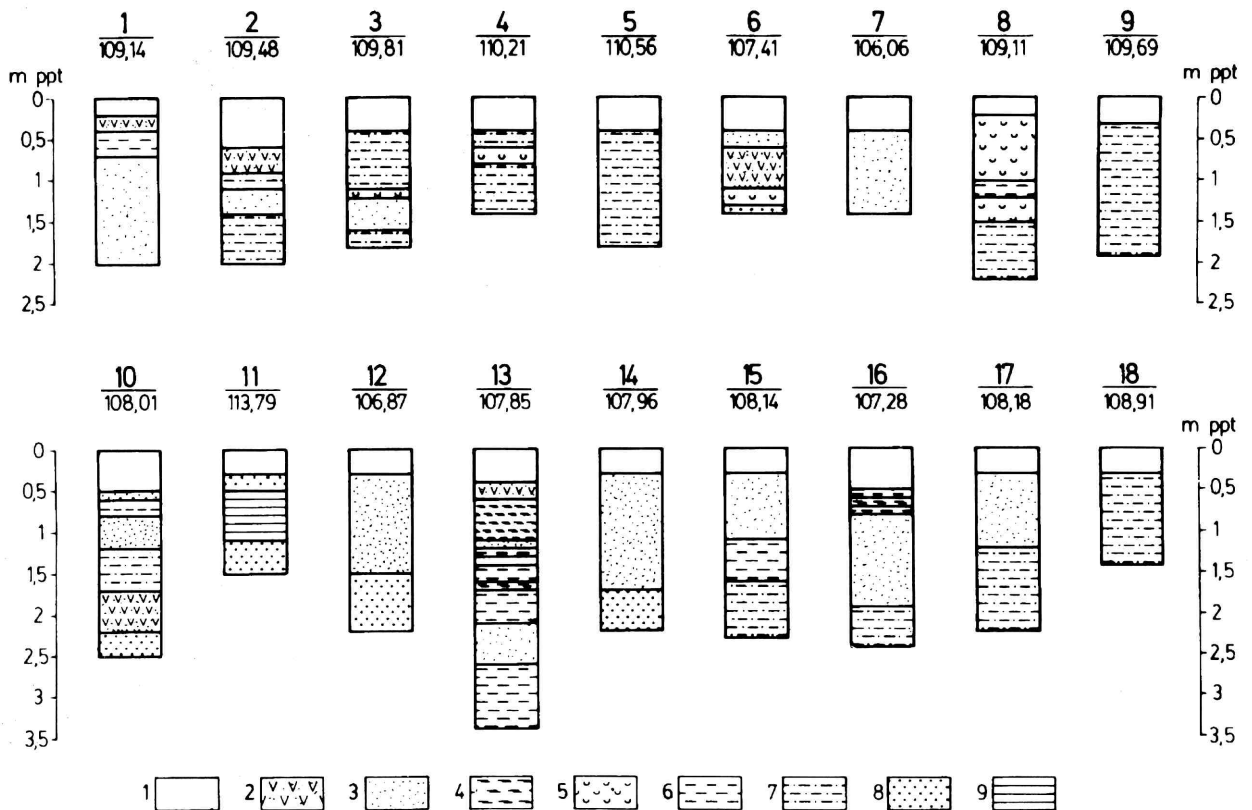
n.p.m. Przy czym wysokość tę osiągają jedynie muły (gliny) jezioro-deluwialne (ryc. 4, profil 4 i 5). Na poziomie 108,5 do 109 m n.p.m. występuje już większość osadów charakterystycznych dla jezior. Są to przede wszystkim: kreda jeziorna, piaski z kredą, muły jeziorne, piaski humusowe (ryc. 3, przekrój 6-11), (ryc. 4, profile 1-5). Powyżej tego poziomu nie stwierdzono żadnych osadów związanych z działaniem wód jeziora.

Przyjęto, że wyniki tych badań są reprezentatywne dla całej strefy nadbrzeżnej jeziora. Wykazały one jednoznacznie, że pas pomiędzy wysokościami 108,5-109,5 m n.p.m. wyznacza maksymalną wysokość lustra wody i jest to poziom ostatniego dłuższego postoiu linii brzegowej.



Ryc. 3. Półwysep Siła. Przekrój geologiczny 6-11. Według: M. Winskiewicz (1991)

Fig. 3. The Siła Peninsula. Geologic cross-section „6-11”. After Winskiewicz, 1991



Ryc. 4. Profile sond geologicznych z półwyspu Siła

1 — gleby; 2 — piaski humusowe; 3 — piaski, piaski żyłone, piaski z kredą jeziorną; 4 — torf; 5 — kreda jeziorna; 6 — muły jeziorne; 7 — muły, gliny jeziorno-deluwialne; 8 — piaski wodnolodowcowe; 9 — muły wodno-lodowcowe (zastoiskowe). Według: M. Winskiewicz (1991)

Fig. 4. The Siła Peninsula. Geological columns

1 — soil; 2 — humic sand; 3 — sand, loamy sand, sand with lake-marl; 4 — peat; 5 — lake-marl; 6 — gyttja or lake ooze; 7 — silt, lake-clay and slope wash; 8 — fluvioglacial sands; 9 — glaciolacustrine deposits. After Winskiewicz, 1991

Ogólna charakterystyka limnologiczna Jeziora Wulpińskiego

Usytuowanie elementów hydrograficznych w zlewni Jeziora Wulpińskiego

Zlewnia Jeziora Wulpińskiego zajmuje obszar o powierzchni 8 280 ha. Jezioro Wulpińskie jest jej głównym elementem, zajmuje bowiem 730,3 ha. Na północ od niego znajduje się Jezioro Naterskie (64 ha) połączone z Jezioro Wulpińskim Strugą Naterską. Jezioro Wulpińskie jako najniższy położony element hydrograficzny stanowi bazę trzech naturalnych cieków: Strugi Tomaszowskiej, Strugi Naterskiej i Strugi Dorotowskiej. Do Jeziora Wulpińskiego doprowadzono trzy rurociągi drenarskie w granicach administracyjnych Tomaszowa. Odprowadzanie wód powierzchniowych ze zlewni odbywa się rzeką Gilawką.

Mniejsze zbiorniki wody stojącej to tak zwane „oczka”. Wypełniają one bezodpływowe zagłębienia terenu i zasilane są głównie wodą opadową.

Obszary bezodpływowe ewapotranspiracyjne istniejące na terenie zlewni zajmują 250 ha. Położone są zwykle na podłożu o małej i średniej przepuszczalności (gliny zwałowe, gliny zwałowe wytworzone w facji ilastej). Obszary bezodpływowe chłonne występują na obszarach o dobrej filtracji gruntu. Wśród osadów, na których znajduje się ten typ zagłębien przeważają utwory piaszczyste i żwiry.

Morfometria niecki jeziornej

Parametry charakteryzujące zewnętrzne wymiary jeziora

Poziom zwierciadła wód jeziora znajduje się obecnie na wysokości, średnio — 105,8 m n.p.m. Wyznacza on powierzchnię równą 730,3 ha. Powierzchnia zwierciadła wody wynosi 706 ha, resztę powierzchni zajmują wyspy. Jest ich siedem. Największe z nich to: Urbanki, Herta i Gelza.

W kształcie jeziora zwracają uwagę dwa baseny: mniejszy — zachodni, o znacznie wydłużonym kształcie i mało rozwiniętej linii brzegowej oraz wschodni — zbliżony kształtem do koła, z licznymi zatokami, półwyspami i wyspami.

Długość linii brzegowej jeziora wynosi 24,25 km, a wysp 5 km. Rozwinięcie linii brzegowej wynosi obecnie 4,22. Maksymalna długość tego zbiornika wynosi 8,32 km, a szerokość 2,33 km.

Parametry misy jeziora

Niecka Jeziora Wulpińskiego wypełniona jest wodą o objętości 76,99 mln m³. Maksymalna jego głębokość wynosi 54,6 m; średnia natomiast 10,55 m. Na terenie obu basenów jeziornych występują różnice w ukształtowaniu dna. W części zachodniej występują ułożone równoleżnikowo przegłębienia, których głębokości są znacznie większe niż w basenie wschodnim.

Analiza naturalnych i antropogenicznych zmian morfometrii Jeziora Wulpińskiego

Zarys morfogenezy jeziora

Jak wspomniano wyżej, na ukształtowanie niecki Jeziora Wulpińskiego największy wpływ miała faza pomorska ostatniego zlodowacenia. Moreny czołowe III i IV postępu lodowca tworzone w tej fazie (około 14 000 lat temu) przebiegały równoleżnikowo, zmuszając wody topniejącego lodowca do szukania drogi odpływu w kierunkach wschód-zachód. Obecnie wody jeziora wypełniają prawdopodobnie fragment rynny, która tworzyła dawniej arterię dla wód odpływających z topniejącego lodowca. Wtedy to nastąpiło pierwotne uformowanie zarysu misy jeziornej oraz zewnętrznego wyglądu jeziora. Nierówności w dnie są efektem wytopienia się brył martwego lodu pozostawionych w zagłębieniach terenu przez ustępujący lodowiec. Bryły te przykryte piaskami naniesionymi przez wody polodowcowe wytapiając się pogłębiały zbiornik, zmniejszając jednocześnie jego powierzchnię.

W miarę jak na dnie odkładała się warstwa osadów, a lód wytopił się całkowicie, zaczął przeważać dopływ wody z opadów atmosferycznych. Od tej pory ilość wody w jeziorze zależała w dużej mierze od klimatu, który od czasu powstania zbiornika ulegał wahaniom (Stasiak, 1967).

Około 5 000-6 000 lat temu na całym Niżu Europejskim obserwuje się tendencję do podnoszenia poziomu wody w jeziorach. Wiąże się ona z ogólnym oziębieniem i wzrostem wilgotności klimatu. Według L. Starkla (1977) okres ten przypada na najmłodszy mezoholocen zwany czwartym okresem atlantyckim.

J. Stasiak (1967) uważa, że podnoszenie się poziomu wód w jeziorach sprzyja wypełnianiu zagłębien jeziornych osadami. Ocenia ona, że misy jeziorne wypełniły się wówczas osadami do 20% swojej objętości w zbiornikach dużych, i do 95% w zbiornikach małych. Przeciętą miąższość tych osadów ocenia ona na 5-7 m.

Rekonstrukcja zasięgu wód Jeziora Wulpińskiego z okresu atlantyckiego, na podstawie zdjęć lotniczych jest bardzo trudna. Odtworzenie tej praliny brzegowej wymaga szczegółowych badań osadów metodą analizy pyłkowej bądź metodą C₁₄.

Istnieją poglądy, że po podniesieniu się poziomu wód w okresie atlantyckim, nastąpiło z kolei ogólne obniżenie poziomu wód w jeziorach, a także wód gruntowych, przypuszczalnie o około 5 m. Następnie, około 2400-2800 lat temu, ponownie zostaje osiągnięty bardzo wysoki poziom wód, wyższy od obecnego o 2-3 m (Stasiak, 1967). Okres ten w archeologii nazwano epoką żelaza. Z tego okresu pochodzi też osiedle obronne datowane na około 500 rok p.n.e. Jego szczątki zostały odkryte na najbardziej wysuniętej na południe części obecnego półwyspu Siła, na wysokości 115,3 m n.p.m. (Mirkowska, 1992).

Od okresu subborealnego, z którym utożsamia się to podniesienie poziomu wody, jezioro systematycznie zmniejszało swą powierzchnię i objętość. Z mapy Schröttera w skali 1:50 000 (ryc. 5), pochodzącej z lat

1796-1802 można wnioskować o podwyższonym o co najmniej 1 m w stosunku do obecnego poziomie zwierciadła wody w jeziorze. W tym czasie obecny półwysp Siła był nadal wyspą a obszary dziś podmokłe zalane wodą. Ze względu na duże zniekształcenia geometryczne mapa ta może mieć w tym przypadku jedynie znaczenie poglądowe.

W XX wieku znaczące zmiany powierzchni i objętości jeziora zachodzą głównie na skutek ingerencji człowieka. Poziom wody obniżył się do wysokości 105,8 m n.p.m. Pod koniec lat sześćdziesiątych, w wyniku prac melioracyjnych związanych z odwodnieniem terenu dzisiejszych stawów rybnych znajdujących się w odległości około 0,5 km na zachód od Jeziora Wulpińskiego, poziom wody obniżył się o kolejny 1 m. Zdjęcia lotnicze wykonane w tym czasie (ryc. 6) ukazują wycofanie się linii brzegowej do poziomu, który wcześniej, w roku 1958, odpowiadał izobacie 1 m. Zwierciadło wody przyjęło wówczas poziom 104,8 m n.p.m., a objętość jeziora zmniejszyła się o 6,8 mln m³. Obecnie stawy rybne ponownie napełniono wodą, stabilizując w roku 1981 zwierciadło wody na poziomie 105,8 m n.p.m., czyli takim jaki przyjęto w roku 1958 podczas realizacji pomiarów batymetrii jeziora (*Dokumentacja ...*).

Przeprowadzona szczegółowa analiza zdjęć lotniczych oraz profili geologicznych wykonanych w czerwcu 1991 roku na półwyspie Siła (ryc. 2, 3, 4.) wykazała jednoznacznie, że poziom wody sięgał wówczas 109 m n.p.m. Jednakże ze względu na szereg zabiegów agro-

technicznych wykonywanych na terenie półwyspu (orka) oraz wymywanie warstwy powierzchniowej z osadów organicznych niemożliwe stało się ustalenie dokładnego poziomu dawnego zasięgu wód. Prawdopodobnie wysokość 109 m n.p.m. jest znacznie zaniżona.

Zmiany ważniejszych parametrów morfometrycznych

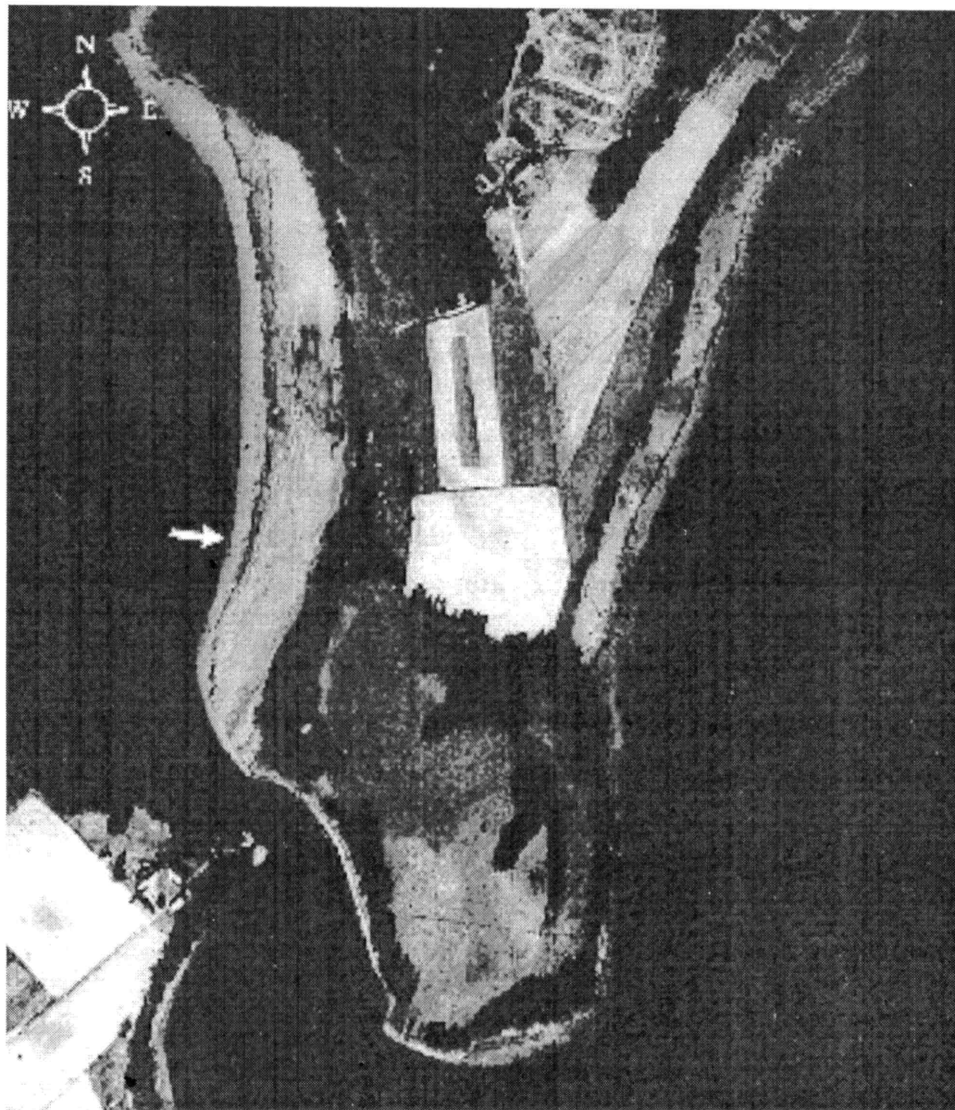
Zmiany kształtu zbiornika

Szczegółowa analiza profili geologicznych z półwyspu Siła, zdjęć lotniczych z lat 1969-1991 oraz własnych obserwacji osadów organicznych występujących na powierzchni terenu wykazała, że najdłużej zwierciadło wód jeziornych utrzymywało się tu na wysokości 109 m n.p.m. Jednocześnie jest to poziom najstarszego zasięgu wód jeziornych. Na zdjęciach lotniczych zarys dawnej linii brzegowej możliwy jest do odczytania jedynie w przypadku terenów o małym nachyleniu stoków, niezależnych i nieprzekształconych w sposób znaczący przez człowieka. Użytkowanie orne gruntów niszczy zwykle kształt dawnego zarysu linii brzegowej jeziora (ryc. 7, 8) wpływając na jej czytelność.

Na zdjęciach lotniczych dawna linia brzegowa tworzy pas o różnej szerokości. Charakteryzuje się on jaśniejszym fototonem od obszarów przyległych. Linie tę tworzą organiczne osady zawierające węglan wapnia oraz presortowany falowaniem wody materiał mine-



Ryc. 5. Fragment mapy Schröttera z lat 1796-1802. Obecny półwysp Siła (Szyla) jest tu wyraźnie przecięty przesmykiem wodnym
Fig. 5. The Part of the Schrötter's map of the years 1796-1802. Nowadays Siła Peninsula (Szyla) is visible as the island here



Ryc. 6. Panchromatyczne zdjęcie lotnicze półwyspu Siła wykonane w czerwcu 1969 roku. Strzałka wskazuje położenie linii brzegowej przebiegającej wówczas na wysokości 104,8 m n.p.m.

Fig. 6. The panchromatic aerial photograph of the Siła Peninsula acquired in June 1969. Arrow indicates the position of the coastline at the elevation of 104.8 m

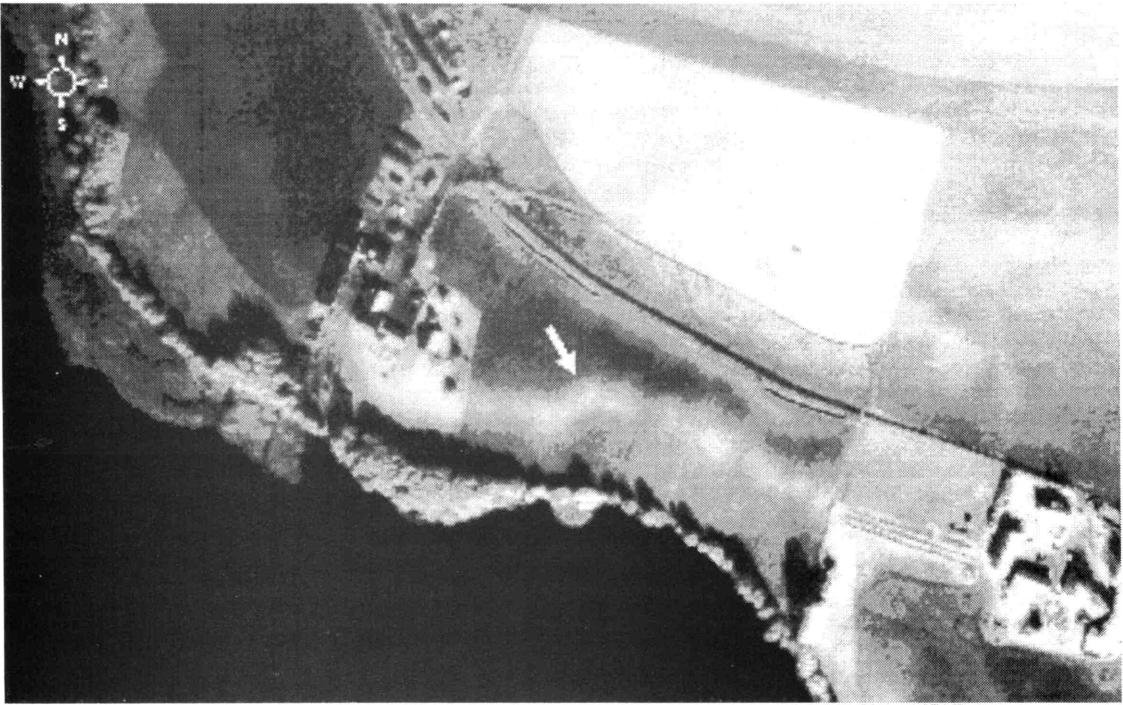
ralny w postaci piasku i żwiru. Najbardziej charakterystycznym dla Jeziora Wulpińskiego jest przebieg dawnej linii brzegowej na południe od wsi Tomaszkowo. Jasny fototon na zdjęciu lotniczym w podczerwieni wskazuje wyraźnie ślad ostatniego tu, dłuższego postoju linii brzegowej (ryc. 7).

Podstawowe parametry morfometryczne jeziora wynikające z przeprowadzonych analiz zestawiono w tabelach 1-4.

Tabela 1

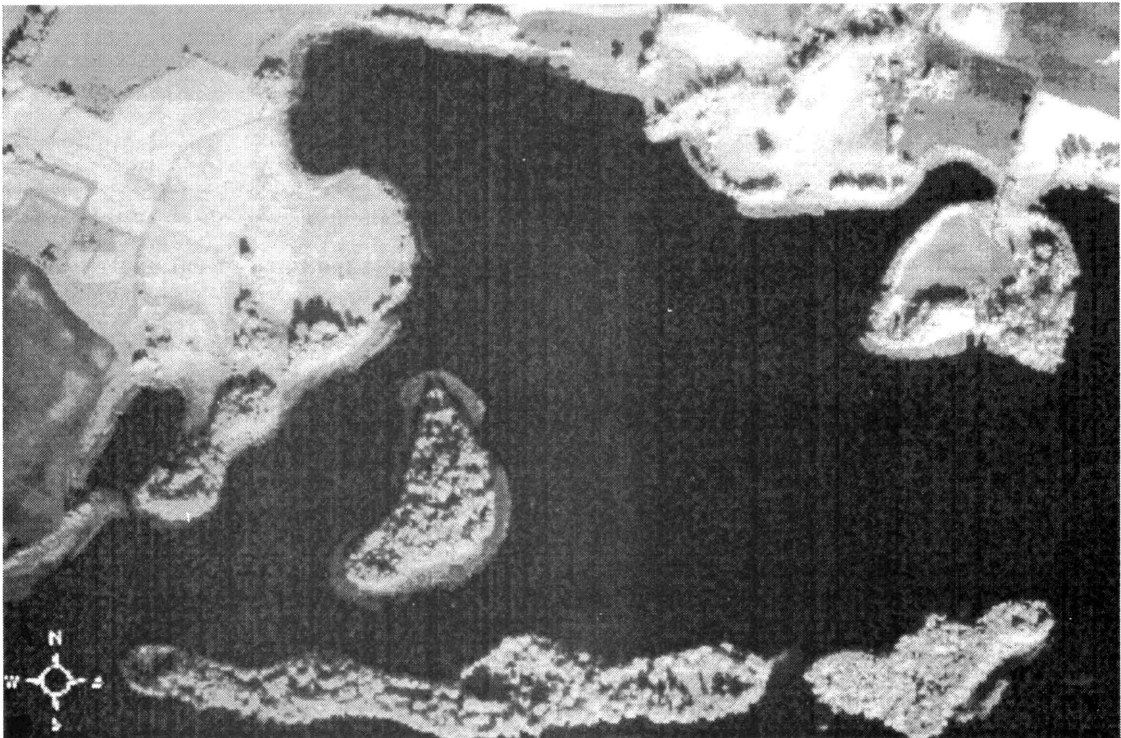
Zmiany powierzchni zwierciadła wody i wysp Jeziora Wulpińskiego
Changes of water-level area and islands of the Lake Wulpińskie

Lata Years	Wysokość zwierciadła wody w m n.p.m. Elevation of water-level in m a.s.l.	Powierzchnia zwierciadła wody i wysp Water-level and islands area		Powierzchnia zwierciadła wody Water-level area		Powierzchnia wysp Islands area	
		km ²	%	km ²	%	km ²	%
1991	105,8	7,303	100	7,067	100	0,236	100
1969	104,8	6,695	91,67	6,395	90,5	0,39	165,2
1958	105,8	7,303	100	7,067	100	0,236	100
Powierzchnia maksymalna Maximum area	109,0	8,792	120,38	8,710	123,25	0,081	34,32



Ryc. 7. Zdjęcie lotnicze w podczerwieni wykonane w maju 1989 roku. Strzałka wskazuje położenie śladu ostatniego dłuższego postępu linii brzegowej w okolicy wsi Tomaszkowo

Fig. 7. The IR aerial photograph acquired in May 1989. Arrow indicates the position of the trace of the last longer coastline stage nearby Tomaszkowo village



Ryc. 8. Zdjęcie lotnicze w podczerwieni wykonane w maju 1989 roku. W okolicach wsi Tomaszkowo Jezioro Wulpińskie tworzy niewielkie zatoki z bogatą szatą roślinną

Fig. 8. The IR aerial photograph acquired in May 1989. Abundant aquatic vegetation is visible inside the inlets of Lake Wulpińskie nearby Tomaszkowo village

Tabela 2

Zmiany objętości Jeziora Wulpińskiego
Changes of Capacity of the Lake Wulpińskie

Lata Years	Objętość jeziora Capacity of the lake basin	
	mln m ³	%
1991	76,99	100
1969	70,11	91
1958	76,99	100
Objętość maksymalna Maximum capacity	92,68	120,4

Tabela 3

Zmiany długości linii brzegowej Jeziora Wulpińskiego i jego wysp
Changes of shoreline length of the Lake Wulpińskie and its islands

Lata Years	Długość linii brzegowej w km Shoreline length in km		
	Jezioro Lake	Wyspy Islands	Ogółem Altogether
1991	24,250	5,550	29,800
1969	23,316	6,024	29,340
1958	24,250	5,550	29,800
Długość maksymalna Maximum length	21,510	2,360	23,870

Tabela 4

Zmiany rozwoju linii brzegowej Jeziora Wulpińskiego
Changes development of a circuit of the Lake Wulpińskie

Lata Years	L/P	$L/2\sqrt{(\pi P)}$
1991	4,22	3,16
1969	4,59	3,27
1958	4,22	3,16
Przy maksymalnej powierzchni With maximum area	2,74	2,28

Gdzie: L — długość linii brzegowej, P — powierzchnia zwierciadła wody
Where: L — Shoreline length, P — water-level area.

Tabele 1-4 opracowano w oparciu o plan batymetryczny (Plany ..., 1958), zdjęcia lotnicze z lat 1969, 1978, 1989 i 1991, mapę topograficzną 1:10 000 z roku 1980 oraz własne badania terenowe.

Stosunki głębokościowe i kształt płycizny brzegowych

Odsłonięcie części strefy brzegowej przez ustępujące wody jeziora, widoczne na zdjęciu z roku 1969, dają podstawę do analiz jej współczesnych zmian. Odsłonięta płycizna pokrywa się z izobata 1 m i nie przedstawia większych trudności w ustaleniu jej granic. Przyjmuje bowiem ona na zdjęciach jasny fototon kontrastujący z czarną powierzchnią wody. Analiza kształtu linii brzegowej na poziomie 104,8 m i izobaty 1 m na planie batymetrycznym ujawnia pewne niezgodności. Występują one przede wszystkim po zachodniej stronie półwyspu Siła (ryc. 6). Świadczy to o niedokładności pomiarów wykonanych zimą 1958 roku.

Obecnie średnia szerokość płycizny wynosi około 12 m.

Największą szerokość, dochodzącą do 100 m osiąga ona po zachodniej stronie półwyspu. Minimalne szerokości występują na południowych brzegach basenu zachodniego. Postępujące zmiany płycizny przybrzeżnej zachodzą nieustannie w rejonach ujść cieków do zbiornika. Wody, choć o małym przepływie, niosą jednak ze sobą materiał mineralny i organiczny, osadzając go w postaci stożka napływowego. Tak usypana forma podwodna narasta i staje się terenem sukcesji roślinności wodnej. Sytuacja ta ma miejsce między innymi u ujścia Strugi Tomaszowskiej, której stożek stale się powiększa. Niewidoczny na zdjęciu lotniczym, z powodu małej przezroczystości wody, podwodny zasięg osadzającego się materiału, oceniany jest na około 20 m od brzegu jeziora.

Zmiany zasięgu roślinności przybrzeżnej

Warunki klimatyczne nie stanowią jedynej przyczyny prowadzącej do zaniku jezior. Proces ten zachodzić może na skutek spływania jak i zarastania. Zarastanie jest naturalną drogą kurczenia się powierzchni zwierciadła wód i postępuje szczególnie szybko w jeziorach płytkich, gdzie naturalne wahania poziomu wód wywołują sukcesję roślinności i szybkie narastanie torfów (Starkel, 1977).

Jezioro Wulpińskie należy jednak do jezior stosunkowo dużych i głębokich. Migrację roślin wodnych w głąb zbiornika hamują zjawiska hydrodynamiczne (falowanie i prądy). Wyjątek stanowią stagnujące wody zatok. Przykładem może tu być dawny pas wody dzielący półwysp Siła lub mała zatoczka położona na północ od wyspy Gełza. Niewielki przesmyk łączący ją z resztą zbiornika nie ułatwia wymiany wód z jeziorem a mała głębokość, do 1 m, stwarza dogodne warunki rozwoju roślinności wodnej, zatorfiania i zupełnego zaniku zwierciadła wody (ryc. 5, 6, 7).

W rozmieszczeniu zbiorowisk roślinnych w strefie przybrzeżnej zauważa się pewną asymetrię. Jest ona związana z przewagą wiejących na tym terenie wiatrów zachodnich. Osłonięte brzegi wschodnie posiadają lepsze warunki sukcesji roślinności aniżeli brzegi odsłonięte: zachodnie oraz północne i południowe basenu zachodniego.

Obecnie zasięg roślinności wodnej osiąga w najszerszym miejscu 50 m. Ma to miejsce w obrębie akwenu położonego na zachód od wsi Tomaszkowo (ryc. 8). Ciekawy układ stanowi wyspa Gełza z otaczającymi ją od zachodu i północnego zachodu wyspami. Otoczona jest ona 20-30 metrowym pierścieniem roślinności, który pokrywa się z zasięgiem szelfu. Podobne warunki rozwoju roślinności posiadają północno-wschodnie brzegi wyspy Urbanki.

Podsumowanie

Jezioro Wulpińskie, jak każde z jezior polodowcowych, podlega procesowi zanikania. Poziom jego wód na ogół obniża się pomniejszając wymiary geometryczne niecki.

Stwierdzono, iż w wyniku zmian klimatycznych w holocenie poziom zwierciadła wody w jeziorze ulegał często wahaniom. Zdjęcia lotnicze, profile geologiczne, dane archiwalne i badania archeologiczne nie pozwalają jednak na określenie chronologii migracji linii brzegowej. Można jedynie ustalić, że maksymalny zasięg wód jeziora znajdował się na wysokości 109 m n.p.m. Dowodem jest, widoczny na zdjęciach lotniczych, pas wokół jeziora o jasnym fototonie, pokrywający się z warstwicą 109 m. Wcześniejsze formy świadczące o ewolucji linii brzegowej są prawdopodobnie pogrzebane pod późniejszymi osadami jeziornymi. Wysokość ta jest granicą występowania osadów jeziornych w postaci kredy jeziornej, muszli ślimaków i małż na powierzchni gleby półwyspu Siła i na pobrzeżu w okolicy wsi Tomaszkowo.

Woda zajmowała wówczas powierzchnię 879,2 ha i stanowiło to 20% więcej niż obecnie. Objętość jeziora była wtedy większa o około 16 mln m³. Ówczesna linia brzegowa miała bardziej wyrównany przebieg, a tym samym mniejszą długość. Większość istniejących dziś wysp znajdowała się pod wodą. Nad powierzchnią wody wznosiły się wyspy, które stanowią obecnie części półwyspów, na przykład półwysp Siła.

Od okresu subborealnego poziom wody w jeziorze systematycznie obniżał się. Szczególnie duże wahania wystąpiły w okresie od roku 1969 do roku 1981. Obniżenie poziomu wody do 104,8 m n.p.m. w roku 1969 było efektem ingerencji człowieka. Wkrótce jezioro w naturalny sposób uzupełniło straty i w roku 1981 poziom wody znajdował się już na poziomie 105,8 m n.p.m., identycznie jak w roku 1958. Obecnie jezioro zajmuje powierzchnię 730,3 ha. Jego objętość wynosi 76 990 000 m³ przy średniej głębokości 10,55 m. Brzegi jeziora narażone są głównie na dwa procesy z pozoru niezależne prowadzące do zmniejszenia misy jeziornej. Są nimi zarastanie i zasypywanie. Stosunkowo duża głębokość, prądy wodne i falowanie skutecznie hamują sukcesję roślinności hydrofilnej w zachodnim basenie

jeziora. Brzegi osłonięte od przeważających na tym terenie wiatrów zachodnich oraz zatoki o utrudnionym kontakcie z resztą wód jeziornych charakteryzują się najbardziej zaawansowanym rozwojem roślinności przybrzeżnej. Dotyczy to przede wszystkim północnej części basenu wschodniego i położonych w tym rejonie wysp.

Wpływające do jeziora ciekii niosąc ze sobą materiał mineralny i organiczny odkładają go w postaci stożków napływowych. Struga Tomaszowska zasypała w ten sposób fragment płycizny ułatwiając sukcesję roślinności hydrofilnej. Złożoność procesów zanikania Jeziora Wulpińskiego sprawia, że trudne jest zbadanie rangi poszczególnych czynników powodujących jego zanikanie oraz ustalenia w tym procesie ról człowieka i przyrody. Problemy te są przedmiotem dalszych badań autorów niniejszego opracowania.

Literatura

- Dokumentacja hydrologiczna*. Zakład Melioracji Rolnych AR-T Olsztyn.
- Kalinowska K., 1961: Zanikanie jezior polodowcowych w Polsce. *Przegląd Geograficzny*, T. 33, z. 3, Warszawa.
- Kondracki J., 1976: *Podstawy regionalizacji fizycznogeograficznej*. PWN, Warszawa.
- Mirkowska I., 1992: Wstępne wyniki badań archeologicznych w miejscowości Szabruk, gmina Gietrzwałd. *Zeszyty Muzeum Warmii i Mazur*, T. 1 — Archeologia, Olsztyn.
- Plany batymetryczne*, 1958: Instytut Rybactwa Śródlądowego AR-T, Olsztyn.
- Starkel L., 1977: *Paleogeografia holocenu*. PWN, Warszawa.
- Stasiak J., 1967: Historia Jezior Mazurskich. *Problemy*, R. 23, nr 9.
- Szukalski J., 1956: O zaniku jezior w Polsce. *Geografia w Szkole*, T. 9, Warszawa.
- Winskiewicz M., 1991: *Charakterystyka geologiczno-geomorfologiczna obiektu archeologicznego Szabruk-Siła nad Jezioro Wulpińskim*. Maszynopis, AR-T, Olsztyn.

Maszynopis złożono w Redakcji: 1994.11.20.

**FOTOINTERPRETACJA
W GEOGRAFII**

Wyspecjalizowane czasopismo
poświęcone problemom
teledetekcji środowiska

Już teraz zamów kolejny
25 tom
tego periodyku!

ul. Krakowskie Przedmieście 30,
00-927 Warszawa
tel. 62-00-381 w. 654; 26-17-94