

Naturalne i antropogeniczne uwarunkowania przestrzennych zmian obszarów wodno-błotnych na przykładzie Jeziora Rakutowskiego w świetle archiwalnych materiałów kartograficznych i fotogrametrycznych

Natural and anthropogenic determinants of spatial changes in wetland areas on the example of the Rakutowskie lake in the light of archival cartographic and photogrammetric data

Mateusz Kramkowski, Arkadiusz Bartczak, Halina Kaczmarek,
Michał Słowiński, Sebastian Tyszkowski

Institut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania, Polska Akademia Nauk,
Zakład Zasobów Środowiska i Geozagrożeń,
ul. Kopernika 19, 87-100 Toruń, Polska
e-mail: mateusz_k@tlen.pl, arekbartczak@gazeta.pl,
halina@geopan.torun.pl, michal.slowinski@geopan.torun.pl, sebtys@wp.pl

Abstract. This paper presents the results of the analysis of the changes in the surface area of Rakutowskie Lake and the land cover in its surroundings in the last 166 years. The analysis was based on the cartographic materials from 1843, 1845, 1902, 1911, 1930 and 1945 as well as the aerial photos from 1961, 1980, 1996 and 2009. It made it possible to capture the changes in the surface area of the lake and determine their trend. The results indicate gradually a decrease in the surface area of the studied lake in the mentioned period of time. The biggest changes occurred in the years 1927-1941 and 1980-1996. The overall trend of the lake surface changes is the result of the anthropogenic pressure combined with the natural changes.

Słowa kluczowe: Jezioro Rakutowskie, materiały kartograficzne i fotogrametryczne, zmiany powierzchni jeziora, antropopresja, obszary chronione

Key words: Rakutowskie Lake, cartographic and photogrammetry data, lake surface changes, anthropogenic pressure, protected areas

Wstęp

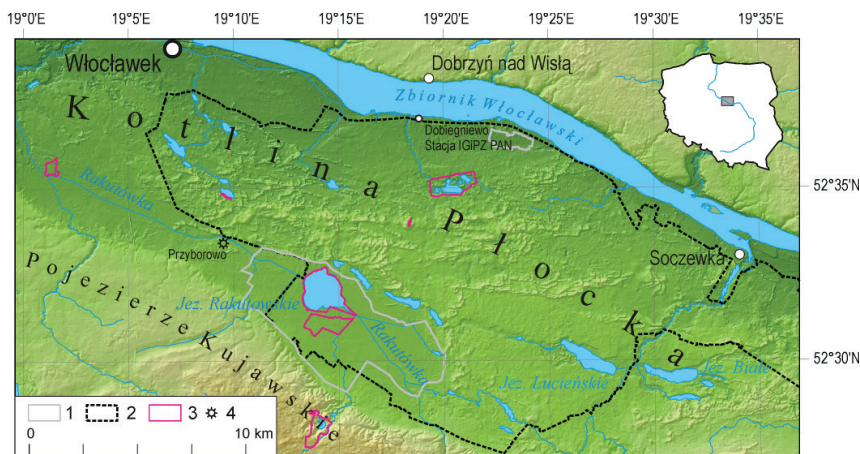
Poszczególne komponenty środowiska przyrodniczego kształtowane są głównie przez procesy endo- i egzogeniczne. W początkowym okresie holocenu wody powierzchniowe i podziemne kształtowały się w wyniku naturalnego cyklu. Funkcjonowanie jezior uzależnione było od zmieniających się warunków

geologicznych, zasilania czy od zmiennej relacji erozji do akumulacji. Wypełnianie się osadami i przekształcanie jezior w torfowiska jest procesem naturalnym kończącym cykl funkcjonowania jezior (Tobolski 2000, Succow, Joosten 2001). Jednakże od okresu subborealnego w sposób znaczny czynnikiem kształtującym środowisko stała się działalność człowieka (Ralska-Jasiewiczowa 1991). Zwiększająca się liczba ludności i jej ciągle rosnące potrzeby bytowe powodują coraz większą ingerencję w środowisko przyrodnicze. Wzrost intensywności czynnika antropogenicznego można zaobserwować szczególnie w ostatnich dwustu latach (IPCC 2014). Zarówno na świecie, jak i w Polsce działalność człowieka wyraziła się głównie przez zmianę użytkowania terenu. Ze względu na rolniczy charakter i problemy z deficytem wody, obszar Kujaw jest ciekawym przykładem tego typu antropopresji. Rozwój osadnictwa, a wraz z nim rolnictwa, wpłynął szczególnie na zmianę zasięgu lasów i stosunki wodne. Na obszarze Kotliny Włocławskiej największe zmiany zalesienia wystąpiły w latach 1830-1890. Lesistość na tym terenie zmniejszyła się w tym okresie z 57.5% do 46% (Degórska 1996). Wpływ człowieka na stosunki wodne następował poprzez prace hydrotechniczne, w tym głównie tworzenie sieci melioracyjnych prowadzących do osuszania terenów na potrzeby rolnictwa (Bartczak 2007, Bartczak et al. 2009), a także w stopniu lokalnym (o niewielkim zasięgu oddziaływania) – budowę młynów wodnych przegradzających cieki, doprowadzając do piętrzenia ich wód (Brykała 2005). Wszystkie te działania doprowadziły do zmiany powierzchni obszarów podmokłych i wahań poziomów wody w jeziorach. Celem pracy było przedstawienie czynników naturalnych i antropogenicznych, których współdziałanie doprowadziło do przekształceń obszarów wodno-błotnych Jeziora Rakutowskiego w ostatnich 166 latach. Do realizacji celu posłużyły materiały kartograficzne i fotogrametryczne.

Ocena przemian krajobrazu na podstawie archiwalnych materiałów kartograficznych, w szczególności zasięgów lasu i przekształceń obszarów wodno-błotnych na obszarze północnej Polski, w ostatnich latach była przedmiotem zainteresowania wielu badaczy (Plit 1996, Choiński 1997, Kaniecki 1997, Kowalewski 2003, Giętkowski 2009, Chmielewski 2010, Plit 2010, Ptak 2010, Koprowski, Łachacz 2012). Analizę zmiany powierzchni jezior na podstawie materiałów kartograficznych i fotogrametrycznych podejmowali w ostatnim dziesięcioleciu m.in. R. Skowron, R. Dorożyński (2004), M. Konatowska, P. Rutkowski (2008), M. Grandke (2009), J. Miałdun, M. Ostrowski (2010), A. Piasecki (2013), a także J. Barabach i K. Milecka (2013). Dla Jeziora Rakutowskiego zbliżony problem prezentowali W. Marszelewski i R. Glazik (2002) oraz dla całego pojezierza Wielkopolsko-Kujawskiego – W. Marszelewski, M. Ptak i R. Skowron (2011).

Obszar badań

Jezioro Rakutowskie położone jest na obszarze młodoglacjalnym, ukształtowanym podczas zlodowacenia Wisły. Według regionalizacji fizycznogeograficznej (Kondracki 1994) jezioro znajduje się w południowej części Kotliny Płockiej (ryc. 1), w obrębie VI poziomu dolinnego, w bezpośrednim sąsiedztwie Wysoczyzny Kujawskiej (Glazik 1978). Osady czwartorzędowe Kotliny Płockiej reprezentowane są głównie przez piaszczysto-żwirowe serie fluwioglacjalne, lokalnie rozdzielone przez mulki ilaste pochodzenia zastoiskowego. Miąższość osadów czwartorzędowych sięga tu 35-40 m (Baraniecka 1993, Roman 2011). Po powstaniu pradoliny Noteci-Warty doszło do odpływu wód z kotliny i przegłębienia dna w wyniku erozji wód pra-Wisły. Dolina Rakutówki była stopniowo zasypywana. W tym czasie na powierzchni zostały tylko niewielkie zbiorniki wodne. Po wytopieniu rynien Zgłowiączki i Lubieńki doszło do osuszenia Obniżenia Rakutowskiego, a Jezioro Rakutowskie jest pozostałością niegdyś znacznie większego zbiornika wodnego (Glazik 1978). Misa jest dużym i płytkim obniżeniem o długich, łagodnych stokach. Otoczona jest rozległymi równinami biogenicznymi o niewielkiej (dochodzącej do 2 m miąższości) pokrywie torfowej. Zagłębienie jeziorne ma charakter koncentryczny. Deniwelacja w promieniu kilometra od jeziora pomiędzy najniższym punktem znajdującym się w centralnej części (71.5 m n.p.m.) a najwyższym (73.9 m n.p.m.) na północnym zachodzie wynosi 2.4 m. Na pozostałym obszarze różnica wysokości nie przekracza 1 m.



Ryc. 1. Lokalizacja obszaru badań (na podstawie SRTM – Shuttle Radar Topography Mission)
 1 – obszary chronione Natura 2000, 2 – Gostynińsko-Włocławski Park Krajobrazowy, 3 – rezerwy przyrody,
 4 – lokalizacja dawnego młyna

Fig. 1. Location of study area (based on SRTM – Shuttle Radar Topography Mission)
 1 – protection areas Natura 2000, 2 – Gostynin-Włocławek Landscape Park, 3 – nature reserver,
 4 – location of former watermill

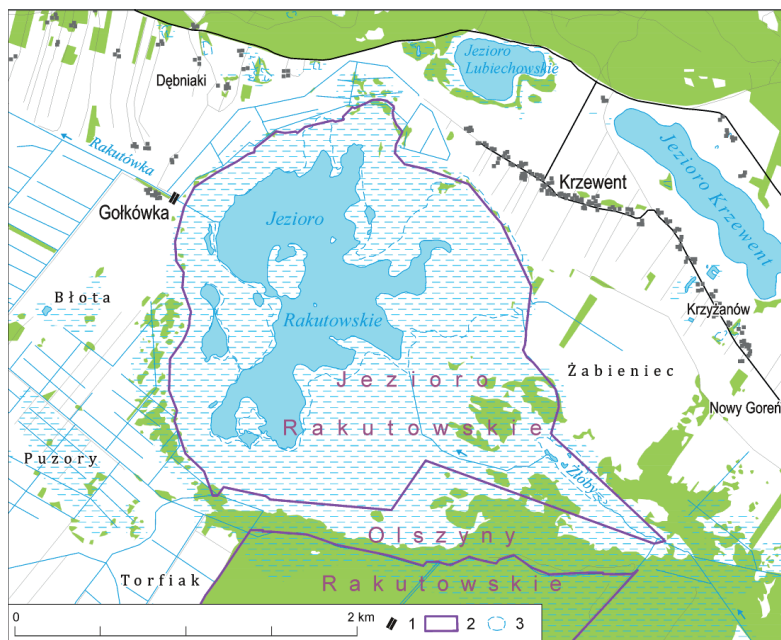
Głównym ciekim w południowej części Kotliny Płockiej jest rzeka Rakutówka, która poprzez Lubieńkę i Zgłowiączkę odprowadza wodę z tego obszaru do Wisły. Całkowita powierzchnia zlewni liczona do wypływu z jeziora wynosi 224.8 km². Obieg wody w Kotlinie Płockiej rozpoznany i opisany został przez Glazika (1978), a następnie uzupełniony na podstawie cech hydrochemicznych wód powierzchniowych przez Gierszewskiego (2000). Na południu w strefie krawędziowej z wysoczyzną analizowana zlewnia zasilana jest głównie wodami roztopowymi i opadowymi spływającymi z powierzchni wysoczyzny, jak również wodami podziemnymi z płytkich wysoczyznowych poziomów czwartorzędowych. W centralnej części zlewni dominuje zasilanie wodami podziemnymi z głębokich poziomów czwartorzędowych, jak również poprzez okna hydrogeologiczne wodami trzeciorzędowymi – mioceńskimi (Gierszewski 2000, Glazik, Gierszewski 2001). Lokalnie w centralnej części obszaru badań na terenach zwydmionych duże znaczenie w zasilaniu odgrywiają opady atmosferyczne.

Na analizowanym obszarze najwyższe stany wody (przepływy) notowane są w okresie wiosennym (marzec i kwiecień). Związane są one z topniejącą pokrywą śnieżną. Stany wody (przepływy) poniżej średniej charakterystyczne są dla miesięcy od czerwca do października. Najniższe wartości stanów wody (przepływów) notowane są we wrześniu i pozostałych miesiącach letnich. W okresie tym występują niżówki letnie, często przedłużające się na miesiące jesienno-zimowe. Rzeki w tym okresie zasilane są głównie wodami podziemnymi (Bartczak 2007).

Średnie roczne sumy opadów na posterunkach opadowych w Kotlinie Płockiej kształtują się poniżej średniej sumy opadów dla kraju. W Baruchowie (1961-2000) – 528 mm, w Brześciu Kujawskim (1961-1991) – 455 mm, w Duninowie (1961-2000) – 585 mm (Bartczak 2007).

Zatorfiona niecka Błot Rakutowskich i Błot Kłócieńskich należy do największych ekosystemów mokradlowych na Pojezierzu Gostynińskim. W centralnej części Błot Rakutowskich zlokalizowane jest płytkie (maksymalna głębokość ~2,5 m) eutroficzne Jezioro Rakutowskie otoczone pasem zalewowych łąk turzycowych. Linii brzegowej jeziora towarzyszy szeroki pas szuwarów z dominacją trzciny pospolitej (*Phragmites australis*), palki szerokolistnej (*Typha latifolia*) oraz oczeretu jeziornego (*Schoenoplectus lacustris*). Na specjalną uwagę zasługuje kłoc wiechowata (*Cladium mariscus*), która objęta jest ścisłą ochroną gatunkową.

Gatunek ten jest szeroko rozpowszechniony w strefie szuwaru, gdzie występuje na osadach biogenicznych zasobnych w węglany. Płytkie zatoki jeziora zajęte są przez grązel żółty i grzybienie białe, natomiast niemal całe dno jeziora jest pokryte łąką ramienic (*Chara sp.*). Jezioro Rakutowskie sąsiaduje od południa z kompleksem podmokłych olsów oraz łągów jesionowo-olszowych i wiązowo-jesionowych (ryc. 2). Otoczenie Jeziora Rakutowskiego użytkowane jest rolniczo, lecz ze względu na słabe piaszczyste gleby i liczne formy ochrony przyrody w otoczeniu areal pól uprawnych nie jest duży. Natomiast obszar bezpośrednio przylegający do jeziora służy za łąki kośne i pastwiska. Obszary zlokalizowane na północy są zwydmione i objęte gospodarką leśną.



Ryc. 2. Bezpośrednie otoczenie rezerwatu Jezioro Rakutowskie 1 – zastawka, 2 – granica rezerwatu, 3 – zasięg jeziora Rakutowskiego na Mapie Topograficznej w skali 1: 10 000 (1983)

Fig. 2. Surroundings of nature reserver Lake Rakutowskie 1 – weir, 2 – nature reserver border, 3 – range of Lake Rakutowskie (topographic map 1:10 000, 1983)

Obszar Jeziora Rakutowskiego wraz z otoczeniem ma bardzo duże znaczenie przyrodnicze. W roku 1982 został powołany rezerwat faunistyczny Jezioro Rakutowskie mający na celu ochronę jeziora i charakterystycznej dla jego otoczenia roślinności wodno-błotnej. Na południu graniczy on z utworzonym w 1978 r. rezerwatem Olszyny Rakutowskie chroniącym siedliska olsów i łągów jesionowo-olszowych. Oba rezerwaty położone są w granicach Gostynińsko-Włocławskiego Parku Krajobrazowego tworzącego korytarz ekologiczny pomiędzy Kampinoskim Parkiem Narodowym a Puszczą Bydgoską. W latach 2004 i 2009 obszar Jeziora Rakutowskiego został objęty programem Natura 2000 – początkowo dyrektywą ptasią (Błota Rakutowskie) w celu ochrony licznie gniazdujących na bagnie ptaków, takich jak: żuraw zwyczajny, rybitwa czarna, podróżniczek, gęś zbożowa, gęś gęgawa, cyraneczka czy płaskonos, następnie dyrektywą siedliskową (Błota Klócińskie). Posunięcie to miało na celu zarówno ochronę roślinności wodnej, w tym łąk ramienicowych, jak i siedlisk lądowych, w tym m.in. łąk trzęślicowych i wilgotnych lasów jesionowo-olszowych.

Metody badań

Do analizy zmian środowiska geograficznego posłużono się mapami topograficznymi, zdjęciami lotniczymi i ortofotomapą. Najstarszym wykorzystanym materiałem źródłowym jest Topograficzna Karta Królestwa Polskiego wykonana w 1843 r. przez Kwatermistrzostwo Generalne Wojska Polskiego. Wydana w skali 1:126 000 oparta była na zdjęciu topograficznym w skali 1:42 000. Kolejnym źródłem jest jeden z arkuszy mapy Reymann's Specialkarte wydanej w skali 1:200 000 w połowie XIX w. Mapy Reymann's powstawały niezależnie od map kwatermistrzostwa. Ich treść była rozbudowana o znaki punktowe, jednak z racji mniejszej skali treść dotycząca użytkowania ziemi jest na nich uboższa. Na ich podstawie można jedynie próbować oceniać ogólny charakter pokrycia terenu i zależność wzajemnego położenia wybranych elementów środowiska geograficznego.

Dopiero mapy z początku XX w. są zdaniem autorów wystarczająco kartometryczne do realizacji celu niniejszego opracowania. Pierwszą z nich jest wydana w 1902 r. przez Königlich-Preussische Landesaufnahme Niemiecka Mapa Przeglądowa Europy Środkowej (Übersichtskarte von Mitteleuropa) w skali 1:300 000. Kolejnym wykorzystanym opracowaniem jest Karte des Westlichen Russlands z 1911 r. w skali 1:100 000 będąca opracowaniem niemieckich kartografów wojskowych, bazujących w dużej mierze na rosyjskich mapach w skali 1:42 000 i 1:84 000. Wykorzystano również pochodzącą z 1922 r. Mapę Operacyjną Polski w skali 1:300 000 opracowaną przez Wojskowy Instytut Geograficzny. Mapy te powstawały na podstawie wcześniejszej mapy niemieckiej (Übersichtskarte von Mitteleuropa) z 1916 r. Nowszym opracowaniem WIG jest mapa z 1930 r. wykonana w skali 1:100 000.

Spośród map historycznych wykorzystanych w analizie, dokładnością i bogactwem treści wyróżniają się niemieckie mapy Topographische Karte (Meßtischblatt) w skali 1:25 000, wydane w 1941 i 1944 r. Należy w tym miejscu zauważyć, że stanowiły one przedruki map WIG z 1927 r. Mapy te ukazują szczegółowy obraz elementów środowiska geograficznego przydatnych do oceny zmian użytkowania terenu, takich jak rowy melioracyjne, podmokłości czy zagłębienia pozostałe po wydobywaniu torfu. Cechują się również nieznacznymi różnicami w topograficznym położeniu obiektów.

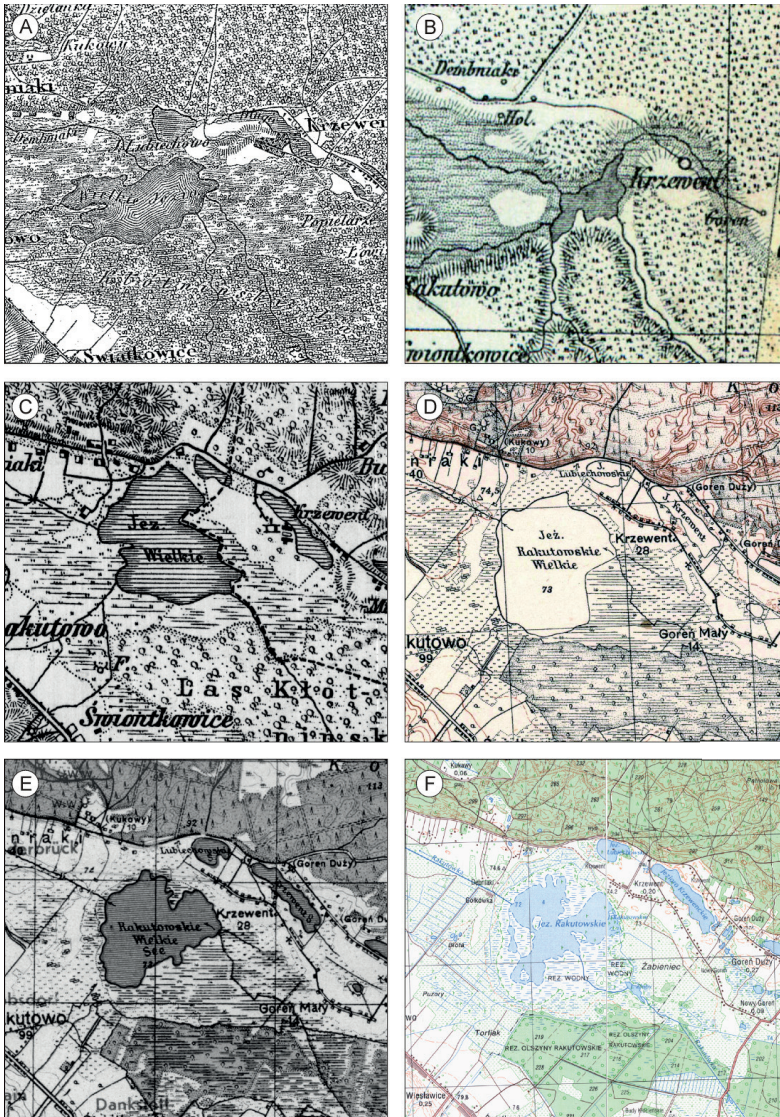
Jedną z ostatnich wykorzystanych map jest Karte des Deutschen Reiches - Großblatt/Einheitsblatt, wydana w 1945 r. w skali 1:100 000. Omawiany arkusz (69a Lesau) bazował na mapie Meßtischblatt z 1930 r., który został poddany reambulacji na podstawie zdjęć lotniczych z czerwca 1941 r.

Przy analizie materiałów zwrócono uwagę, iż wymieniane daty wydania arkuszy nie oznaczają aktualności topograficznej treści, poza nielicznymi przypadkami, w których podany był dokładny rok pozyskania danych. Do dopasowania przestrzennego historycznych materiałów kartograficznych wykorzystano poddaną georeferencji mapę topograficzną z 1983 r. przekonwertowaną do układu PUWG „1992” w oprogramowaniu ArcGIS. Podobnie ortofotomapa z 2009 r. posłużyła za podstawę georeferencji dla wcześniejszych materiałów fotogrametrycznych.

Analiza zebranych materiałów pozwala na prześledzenie zmian zasięgu Jeziora Rakutowskiego w okresie minionych 166 lat. Należy jednak pamiętać, iż zarówno mapy, a tym bardziej zdjęcia lotnicze, odzwierciedlają stan środowiska przyrodniczego w momencie ich wykonywania, tj. kartowania czy nalotu. Mogą zatem prezentować zarówno sytuację typową dla dłuższego okresu, jak i stan chwilowy będący wynikiem zjawisk ekstremalnych, np. długotrwałych opadów, ponadprzeciętnych susz czy wiosennych roztopów. Nie we wszystkich przypadkach, szczególnie w odniesieniu do starszych map, prezentowaną sytuację możemy zweryfikować.

Wyniki

Mapy z lat 1902-1911 ukazują, że Jezioro Rakutowskie miało powierzchnię 307 ha i zasilane było przez 3 cieków z kierunków południowego i zachodniego (ryc. 3). Przedstawiają one także zmiany wynikające z działalności człowieka. Na dopływach południowych nastąpiły pierwsze regulacje cieków polegające na wyprostowaniu ich koryt.



Ryc. 3. Otoczenie jeziora Rakutowskiego na mapach archiwalnych

- A – Topograficzna Karta Królestwa Polskiego (Mapa Kwatermistrzostwa) (1843),
- B – Reymann's topographische Special-Karte von Central Europa (1845),
- C – Wojskowy Instytut Geograficzny - Mapa topograficzna (1922),
- D – Topographische Karte (Meßtischblatt) (1944), E – Karte des Deutschen Reiches - Großblatt/Einheitsblatt (1945),
- F – współczesna mapa topograficzna

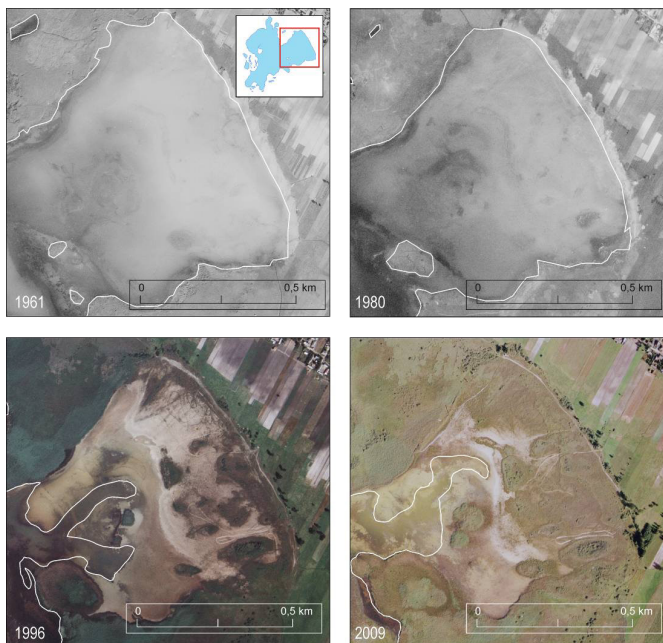
Fig. 3. Surroundings of Lake Rakutowie on archive maps

- A – Topograficzna Karta Królestwa Polskiego (Mapa Kwatermistrzostwa) (1843),
- B – Reymann's topographische Special-Karte von Central Europa (1845),
- C – Wojskowy Instytut Geograficzny – Topographic map (1922),
- D – Topographische Karte (Meßtischblatt) (1944), E – Karte des Deutschen Reiches - Großblatt/Einheitsblatt (1945),
- F – current topographic map

W okresie pomiędzy rokiem 1911 a 1930 w bezpośrednim otoczeniu jeziora powstał zespół rowów melioracyjnych. Istnieją również ślady eksploatacji torfu. W miejscowości Przyborowo, w odległości ok. 5 km od jeziora, na cieku wypływającym z jeziora powstał młyn wodny. Przed rokiem 1930 Rakutówka, będąca głównym ciekiem zasilającym jezioro, ok. 4 km przed ujściem do niego została rozdzielona; część wód skierowana została rowami melioracyjnymi na południe, a pozostały odcinek uchodzący do jeziora został wyprostowany i uregulowany. Mapa z 1930 r. przedstawia także największy udokumentowany zasięg jeziora wynoszący 329.3 ha, co stanowi wzrost o 7% w stosunku okresu poprzedzającego. W tym czasie linia brzegowa w części południowej przesunęła się o 400 m. Materiał kartograficzny z roku 1945 przedstawia kolejną dużą zmianę powierzchni jeziora. Zmniejsza się ono o 31%, do 226.8 ha. W wyniku tak gwałtownej zmiany powierzchni, cieki i rowy melioracyjne doprowadzające wody od południa straciły połączenie z jeziorem, a jedynym ciekiem zasilającym jezioro stała się rzeka Rakutówka.

Od tego czasu do roku 1961 jezioro zmniejszyło swoją powierzchnię o 50.8 ha. Została rozbudowana sieć melioracji wokół niego, wskutek czego wody dopływające do jeziora z kierunku północnego i południowego zostały przechwycone rowami melioracyjnymi i odprowadzane bezpośrednio do Rakutówki poniżej jeziora. W okresie tym doszło także do dalszej regulacji cieku zasilającego jezioro. W okolicy miejscowości Goreń Mały, w odległości 1 km powyżej jeziora, Rakutówka sztucznym korytem została skierowana do południowo-zachodniej części zbiornika. Spowodowało to zmniejszenie ilości wody dostarczanej naturalnym ciekiem uchodzącym na północnym wschodzie do rozległej zatoki w rejonach miejscowości Krzewent.

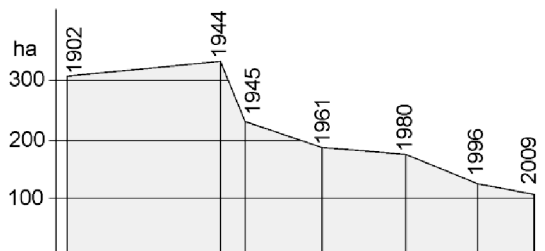
Zdjęcia lotnicze z roku 1980 ukazują dalsze, lecz już nie tak intensywne zmiany. Stare koryto Rakutówki stopniowo wypłyca się i zarasta, coraz bardziej tracąc znaczenie w zasilaniu jeziora. Wyraźnie wzrósł stopień użytkowania łąk i trzcinowisk wokół jeziora. Ponadto, w okresie tym widać znaczne obniżenie poziomu wody w Jeziorze Rakutowskim, którego powierzchnia wynosiła tylko 171.2 ha. W obrębie zatoki w rejonie miejscowości Krzewent linia brzegowa jeziora cofnęła się o 250 do 400 m (ryc. 4). Na odsłoniętą osuszoną część dna wkroczyła roślinność. Postępuje stopniowe lądowanie jeziora.



Ryc. 4. Północno-wschodnia zatoka jeziora Rakutowskiego na zdjęciach lotniczych
Fig. 4. Northeastern bay on aerial photographs

Zdjęcia z roku 1996 ukazują dalszy intensywny rozwój roślinności w obrębie zatoki północno-wschodniej. Na obszar ten wkraczają zarośla trzcinowe i kępy wierzyb osiągnące średnicę 50-80 m. W tym czasie powierzchnia jeziora zmniejszyła się o 31% w stosunku do roku 1980.

W roku 2009 dawna zatoka była obszarem lądowym porośniętym zwartą roślinnością. W tym samym czasie obserwujemy przyrost trzcinowisk i roślinności szuwarowej, rozrastanie się pła. Wzdłuż wszystkich brzegów i wokół wysepek w przeciągu 13 lat roślinność przesunęła się w głąb wody o ok. 40 m, zmniejszając tym samym powierzchnię otwartej wody z 119.5 ha w 1996 do 101.8 ha (ryc. 5). W otoczeniu jeziora wyraźnie wzrosła ilość zakrzewień z dominującym udziałem wierzyb.



Ryc. 5. Zmiany powierzchni jeziora Rakutowskiego w latach 1902-2009

Fig. 5. Rakutowskie Lake area changes between 1902-2009

Dyskusja

Wpływ zmian objętości wody na powierzchnię jeziora uzależniony jest od morfometrii jego niecki. W przypadku jezior płytkich z szeroką, połągą strefą przybrzeżną i stokami łagodnie opadającymi ku misie jeziornej, niewielkie zmiany położenia zwierciadła wody powodują zasadnicze zmiany w wielkości powierzchni jeziora. Do takich jezior należy Jezioro Rakutowskie, którego średnia głębokość wynosi 1 m. Podobne spostrzeżenia w odniesieniu do jezior Pojezierza Dobrzyńskiego przedstawia Piasecki (2013).

W swoich publikacjach zarówno Lencewicz (1929), jak i Glazik (1978) wzrost powierzchni Jeziora Rakutowskiego zobrazowany na mapie z 1930 r. przypisują podniesieniu się poziomu wody związanemu z budową i funkcjonowaniem młyna na rzece Rakutówce w Przyborowie, 5 km poniżej jeziora. Z kolei zmniejszenie się jego powierzchni odnotowane na mapie z 1945 r. utożsamiają ze zniszczeniem młyna na skutek działań wojennych. Jak zaznacza Kędziora (1998), odradzająca się powojenna gospodarka i nowe możliwości techniczne wpłynęły na szybki wzrost ilości prac melioracyjnych. Sukcesywnie zwiększająca się gęstość sieci melioracyjnej spowodowała mniejszą dostawę wód powierzchniowych do jeziora, jednakże umożliwiła rolnicze użytkowanie podmokłych łąk w jego bezpośrednim otoczeniu. Należy jednak pamiętać, że w rejonie Kotliny Płockiej pierwsze melioracje miały miejsce o wiele wcześniej. Według Koprowskiego i Łachacza (2012) przykładem dużej antropopresji na początku XX w. jest położone nieopodal Jezioro Wieleckie, którego poziom w wyniku przekopania kanału obniżył się o 2 m, a powierzchnia ze 155 ha zmalała do 122 ha.

Skutkiem powojennych przekształceń była konieczność obniżenia w 1955 r. zera wodowskazu na rzece Rakutówce poniżej jeziora (profil Rakutowo) o 1 m (Bartczak et al. 2009). Ponadto stosowane w tym okresie duże ilości nawozów związane z intensywnym rozwojem rolnictwa mogły wpłynąć na eutrofizację i szybsze wkraczanie roślinności w obszar jeziora. W latach sześćdziesiątych stworzenie nowego ujścia Rakutówki ograniczyło dopływ wody do północnej części jeziora. Proces ten spowodował szybsze zarastanie spłyconej już osadami deltowymi zatoki. Ponadto, wykonane w okresie powojennym melioracje prowadzone były z uwzględnieniem kryteriów ekonomicznych i technicznych, bez uwzględnienia ochrony przyrody (Kędziora 1998).

Jeziro wraz z jego otoczeniem w latach 70-80. ubiegłego wieku zostało objęte ochroną prawną. Powstanie rezerwatów spowodowało zaprzestanie ingerencji człowieka w bezpośrednią zlewnię jeziora i nieograniczony rozwój roślinności. Wywołuje to dwojaki efekt – z jednej strony roślinność utrzymuje wodę w zlewni (Ptak 2010), lecz z drugiej strony spontanicznie rozwijający się pas szuwaru w jeziorze powoduje dużą emisję pary wodnej w wyniku transpiracji do atmosfery (Herbst, Kappen 1999).

Zastawka na wypływie usytuowana w odległości ok. 100 m od jeziora spełniała funkcję regulującą stany wody. Jak podaje Gierszewski (2000) woda w jeziorze była magazynowana w okresach letnio-jesiennych, a w czasie wiosennych roztopów jej nadmiar odprowadzany był do rzeki Rakutówki. W chwili obecnej zastawka jest zdewastowana i nie spełnia swojego zadania. Szandory zostały usunięte, a w ich miejsce okresowo pojawiają się deski wstawiane przez okolicznych rolników, którzy według własnego uznania i na własne potrzeby regulują poziom wody. Sprawia to, że podczas wstrzymania przepływu w okresach suchych poniżej zastawki przepływ spada poniżej przepływu biologicznie nienaruszalnego, a nawet zanika. Aktualnie na poziom wody w jeziorze mają wpływ także bobry. Tamy i żeremia bobrowe budowane zarówno na dopływie, jak i odpływie z jeziora powodują okresowe piętrzenia sięgające do kilkudziesięciu centymetrów w skali całego jeziora.

Podsumowanie

Na podstawie przedstawianych wyników można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Największe zmiany obszarów wodno-błotnych w otoczeniu jeziora Rakutowskiego w okresie minionych 166 lat (1843-2009) miały miejsce w latach 40. XX w., kiedy powierzchnia jeziora zmniejszyła się o ponad 30%. Kolejne duże zmiany nastąpiły między rokiem 1980 a 1996;
2. Zmiany, o których mowa, mają wyraźny związek z wykonaniem licznych melioracji w otoczeniu jeziora, które szczególnie nasiliły się w okresie po II wojnie światowej;
3. Obserwowana na zdjęciach lotniczych sukcesja roślinności potwierdza trwałą tendencję do zmniejszania się powierzchni Jeziora Rakutowskiego, która może prowadzić do jego szybkiego zaniku.

Uzyskane wyniki badań mogą pomóc w lepszym gospodarowaniu wodą na obszarach nizinnych oraz w podjęciu działań renaturalizacyjnych, w szczególności na cennych obszarach chronionych, próbując przywrócić ekosystem do stanu sprzed ingerencji człowieka.

Prezentowane wyniki są częścią pracy finansowanej ze środków na naukę Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w latach 2010-2013 jako projekt badawczy nr N N306 47 3538. Analizy były wykonane również przy wsparciu projektu ICLEA (*Virtual Institute of Integrated Climate and Landscape Evolution Analyses within the Helmholtz Association* – Wirtualny Instytut Zintegrowanych Analiz Ewolucji Klimatu i Krajobrazu w ramach Stowarzyszenia Helmholtza).

Literatura

- Barabach J., Milecka K. 2013. Przekształcenia antropogeniczne torfowiska Rzecin zaobserwowane na zdjęciach lotniczych. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji. Wydanie Specjalne: monografia Geodezyjne Technologie Pomiarowe, p. 11-22.
- Baraniecka M. D. 1993. Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Lubień Kujawski. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, p. 67.
- Bartczak A. 2007. Wieloletnia zmienność odpływu rzecznego z dorzecza Zgłowiączki. Prace Geograficzne IG i PZ PAN 209. Warszawa, p. 164.

- Bartczak A., Birek E., Brykała D., Gierszewski P., Glazik R. 2009. Wpływ wybranych czynników antropogenicznych na zmiany stosunków wodnych w zachodniej części Kotliny Płockiej. Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego, Funkcjonowanie środowiska przyrodniczego w okresie przemian gospodarczych w Polsce, Biblioteka Monitoringu Środowiska. Szymbark, p. 117-130.
- Błaszkiwicz M. 2005. Późnoglacialna i wczesnoholocenińska ewolucja obniżeń jeziornych na Pojezierzu Kociewskim (wschodnia część Pomorza). Prace Geograficzne IG i PZ PAN 201. Warszawa, p. 192
- Brykała D. 2005. Rekonstrukcja retencji zbiornikowej zlewni Skrwy lewej w ciągu ostatnich 200 lat. Przegląd Geograficzny 77 (1), p. 73-93.
- Chmielewski T. J., Chmielewski S. 2010. Procesy zanikania ekosystemów jeziornych i torfowiskowych w rejonie Poleskiego Parku Narodowego od II połowy XX w. oraz perspektywy ich ochrony. Problemy Ekologii Krajobrazu 26, p. 121-134.
- Choiński A. 1997. Zmiany ilości i powierzchni jezior w dorzeczu Parsęty od schyłku XIX wieku. W: Choiński A. (red.). Wpływ antropopresji na jeziora. Homini, Poznań–Bydgoszcz, p. 18-22.
- Degórska B. 1996. Zmiany lesistości wschodniej części Kujaw w ostatnim dwustuleciu jako wynik oddziaływania człowieka na środowisko. Przegląd Geograficzny 68 (1-2), p. 115-136.
- Gierszewski P. 2000. Charakterystyka środowiska hydrochemicznego wód powierzchniowych zachodniej części Kotliny Płockiej. Prace Geograficzne IG i PZ PAN 176. Wydawnictwo Continuo, Wrocław, p. 136.
- Giętkowski T. 2009. Zmiany lesistości Borów Tucholskich w latach 1938 – 2000. Promotio Geographica Bydgosiensia 4, p. 149-162.
- Glazik R. 1978 Wpływ zbiornika wodnego na Wiśle we Włocławku na zmiany stosunków wodnych w dolinie. Dokumentacja Geograficzna IG i PZ PAN 2-3. Warszawa, p. 119.
- Glazik R., Gierszewski P. 2001. Influence of groundwater intakes on water resources of the chosen lakes located within Gostynińsko-Włocławski Landscape Park. Limnol. Rev. 1, p. 95-101.
- Grandke M. 2009. Zmiany powierzchni jezior Breńskie i Białe-Miałkie (Pojezierze Sławskie) w latach 1778-2008. Studia Limnologica et Telmatologica, 3,1, p. 3-24.
- Herbst M., Kappen L. 1999. The ratio of transpiration versus evaporation in a reed belt as influenced by weather conditions. Aquatic Botany 63(2), p.113-115.
- IPCC. 2014. Climate Change 2013 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. University Press, Cambridge.
- Kaniecki A. 1997. Wpływ XIX wiecznych melioracji na zmiany poziomu wód. W: Choiński A. (red.) Wpływ antropopresji na jeziora. Homini. Poznań–Bydgoszcz, p. 67-71.
- Kędziara A. 1998. Zagrożenia zasobów wodnych w Wielkopolsce. W: Wieland E. (red.) Rozwój rolnictwa w kierunku zrównoważonym. Dodatek do miesięcznika Przegląd Komunalny. Poznań, p. 49-63.
- Konatowska M., Rutkowski P. 2008. Zmiany powierzchni i poziomu lustra wody Jeziora Kamińskiego (Nadleśnictwo Doświadczalne Zielonka) na przestrzeni ostatnich 150 lat. Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej 10, 2 (18), p. 205-217.
- Kondracki J. 1994. Geografia Polski. Mezoregiony fizycznogeograficzne. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, p. 304.
- Koprowski J., Łachacz A. 2012. Przekształcenia środowiska Pojezierza Dobrzyńskiego. Wykorzystanie w badaniach dawnych planów i map. Wydawnictwo Mantis, Olsztyn, p. 199
- Kowalewski G. 2003. Przeobrażenia jezior i mokradeł w strefie oddziaływania Zbiornika Koronowskiego. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, p. 58
- Lencewicz S. 1929. Jeziora Gostyńskie. Przegląd Geograficzny 9, p. 87-140.
- Marszelewski W., Glazik R. 2002. Uwarunkowania hydrologiczne zlewni Jeziora Rakutowskiego i ich przemiany pod wpływem antropopresji. W: Aktywna ochrona bioróżnorodności rezerwatu Jezioro Rakutowskie. Materiały Seminaryjne, Zespół Parków Krajobrazowych Brudzeńskiego i Gostynińsko-Włocławskiego, Kowal 28 czerwca 2002 r., p. 28-37.

- Marszelewski W., Ptak M., Skowron R. 2011. Antropogeniczne i naturalne uwarunkowania zaniku jezior na Pojezierzu Wielkopolsko-Kujawskim. Roczniki Gleboznawcze, tom LXII nr 2. Warszawa, p. 283-294.
- Miałdun J., Ostrowski M. 2010. Wymiar fraktalny fragmentów zdjęć lotniczych strefy przybrzeżnej Jeziora Mikołajskiego, Śniardwy i Łuknajno. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji 21, p. 267-279.
- Piasecki A. 2013. Zmiany powierzchni jezior Pojezierza Dobrzyńskiego w świetle materiałów kartograficznych. Prace Geograficzne Instytut Geografii i GP UJ 132. Kraków, p. 39-57.
- Plit J. 1996. Antropogeniczne i naturalne przeobrażenia krajobrazów roślinnych Mazowsza (od schyłku XVIII w. do 1990 r.). Prace Geograficzne IG i PZ PAN 166. Wrocław, p. 135.
- Plit J. 2010. Naturalne i antropogeniczne przemiany krajobrazów delty Wisły. Krajobrazy kulturowe dolin rzecznych. Potencjał i wykorzystanie. Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego 13, p. 13-28.
- Ptak M. 2010. Zmiany powierzchni jezior na tle zmian lesistości w środkowym i dolnym dorzeczu Warty od końca XIX wieku. W: Ciupa T., Suligowski R. (red.) Woda w badaniach geograficznych. Instytut Geografii, Uniwersytet Jana Kochanowskiego. Kielce, p. 151-158.
- Ralska-Jasiewiczowa M. 1991. Ewolucja szaty roślinnej. W: Starkel L. (red.) Geografia Polski, środowisko przyrodnicze. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, p. 106-118.
- Roman M. 2011. Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1:50 000, ark. Gostynin, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, p. 47.
- Skowron R., Dorożyński R. 2004. Morphometry of Lake Bachotek with respect to changes, in its water table positions. Limnological Review 4, p. 241-248.
- Succow M., Joosten H. 2001. Landschaftsökologische Moorkunde, Stuttgart, p. 622.
- Tobolski K. 2000. Przewodnik do oznaczania torfów i osadów jeziornych. Vademecum Geobotanicum. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, p. 508.

Materiały Kartograficzne i fotogrametryczne

- Topograficzna Karta Królestwa Polskiego (Mapa Kwatermistrzostwa), 1843, skala 1:126 000.
- Reymann's topographische Special-Karte von Central Europa, ca 1845, skala ca 1:200 000.
- Übersichtskarte von Mitteleuropa, 1902, skala 1:300 000.
- Karte des Westlichen Russlands, 1911, skala 1:100 000.
- Mapa Operacyjna Polski. Wojskowy Instytut Geograficzny, 1922, skala 1:300 000.
- Mapa topograficzna. Wojskowy Instytut Geograficzny, 1930, skala 1:100 000.
- Karte des Deutschen Reiches - Großblatt/Einheitsblatt, 1937, skala 1:100 000.
- Topographische Karte (Meßtischblatt), 1941, skala 1:25 000.
- Topographische Karte (Meßtischblatt), 1944, skala 1:25 000.
- Karte des Deutschen Reiches - Großblatt/Einheitsblatt, 1945, skala 1:100 000.
- Mapa topograficzna, 1983, skala 1:10 000.
- Zdjęcie lotnicze panchromatyczne, data wykonania: 1961-09-24, skala 1:18 000.
- Zdjęcie lotnicze panchromatyczne, data wykonania: 1980, skala 1:30 000.
- Zdjęcie lotnicze barwne, data wykonania: 1996-08-19, skala 1:26 000.
- Ortofotomapa barwna, data wykonania: 2009-09-09, skala 1:5 000.