

Magdalena Jagoda WAKUŁA¹, Maksym ŁASZEWSKI²

^{1,2}Uniwersytet Warszawski

Wydział Geografii i Studiów Regionalnych

² e-mail: m.laszewski@uw.edu.pl

ORCID: 0000-0003-3066-269X

ZMIANY POWIERZCHNI WYBRANYCH JEZIOR POJEZIERZA ŁĘCZYŃSKO-WŁODAWSKIEGO

Changes in the area of selected lakes of the Łęczna-Włodawa Lake District

Abstract: An attempt was made to evaluate the process of lake disappearance over the years 1886-2019 in the Łęczna-Włodawa Lake District. The analysis were based on archival cartographic materials (WIG maps published in 1936 and maps in the PUWG 1965 system) and on vector map based on BDOT10k. It was determined that over a period of 133 years, the surface area of selected natural water reservoirs was reduced by 10,26%. Changes have been influenced by many factors: the building of the Wieprz-Krzna canal and the drainage system connected with it, agricultural land use, rapid development of tourism and coal mining. Results presented in this paper show that the greatest risk of decreasing of lake area concerns reservoirs of small size (<50 ha) due to their more limited ability to self-purificate and lower resistance to degradation. A greater change was observed in the case of lakes located in the Poleski National Park and its buffer zone (-16,51%) than in the case of other studied water reservoirs (-8,91%).

Key words: lake disappearance, lake area, Łęczna-Włodawa Lake District, Wieprz-Krzna canal

WPROWADZENIE

Skutkiem każdego przekształcenia stosunków hydrograficznych są zmiany w krajobrazie (Michałczyk 2003), natomiast jednym z najbardziej wrażliwych elementów krajobrazu są jeziora, pełniące jednocześnie istotną rolę w jego funkcjonowaniu (Chmielewski i in. 2020). Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie jest szczególnie narażone na przekształcenia ze względu na specyficzne stosunki wodne w regionie – niewielkie możliwości retencyjne i dość łatwy drenaż wód podziemnych przez sieć odpływu sprawiają, że dużym zagrożeniem dla tego obszaru jest zanik zbiorników wodnych (Harasimiuk i in. 1998). Zanik ten, będący efektem łądowacenia i wypłykania akwenów, zależy głównie od warunków klimatycznych, cech morfometrycznych akwenów oraz struktury użytkowania ich zlewni (Ławniczak, Kutyla 2015, Marynowska 2018). Czynnikiem przyspieszającym zanik jezior jest również wzrost średniej temperatury powietrza, powiązany ze zmianą struktury opadów atmosferycznych – nierównomiernie rozłożone w ciągu roku opady i wydłużanie się okresów suchych negatywnie wpływają na obieg wody w zbiornikach. Niekorzystne skutki tych zmian są dodatkowo potęgowane przez działalność człowieka (Piasecki 2013). Problematyka ewolucji zbiorników wodnych w Polsce była poruszana w literaturze wielokrotnie (np. Kleczewska-Witt 1983, Choński 1995, 2007, Ptak 2010). Zagadnienie to, w odniesieniu do ca-

Wpłynęło: 20.11.2021

Zaakceptowano: 25.10.2022

Zalecany sposób cytowania / Cite as: Wakuła M.J., Łaszewski M., 2022, Zmiany powierzchni wybranych jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego, *Prace i Studia Geograficzne*, 67.2, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, 119-130, DOI: 10.48128/pisg/2022-67.2-07.

łej Polski, zostało przedstawione w „Katalogu jezior Polski” (1954), a także w pracach Kalinowskiej (1961) oraz Choińskiego (2006). Wiele uwagi poświęcono również kwestii zaniku akwenów w obrębie poszczególnych pojezierzy: Pomorskiego (Ptak 2013), Dobrzyńskiego (Piasecki 2013) i Wielkopolsko-Kujawskiego oraz w granicach innych obszarów chronionych (Ławniczak, Kutyla 2015). Pojezierze Łęczyńsko-Włodawskie, odznaczające się specyficznym charakterem w stosunku do innych regionów pojeziernych w kraju, było dotychczas pomijane w podobnych rozważaniach. Prace Wilgata (1954, 1963) opisywały bowiem środowisko przyrodnicze na Polesiu przed powstaniem Kanału Wieprz-Krzna (KWK). Wpływ KWK na eutrofizację wód na przykładzie Jeziora Krasnego określono dopiero w opracowaniu Radwan i in. (1986). Na uwagę zasługuje również monografia przyrodnicza „Jeziora łęczyńsko-włodawskie” (Harasimiuk i in. 1998), w której poruszono między innymi temat przekształceń powierzchni akwenów, a także wskazano prognozowane kierunki tych zmian. Fakt niewielkiej liczby aktualnych opracowań w połączeniu z dużym znaczeniem przyrodniczym obszaru potwierdza zasadność przedstawienia obecnej sytuacji jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego.

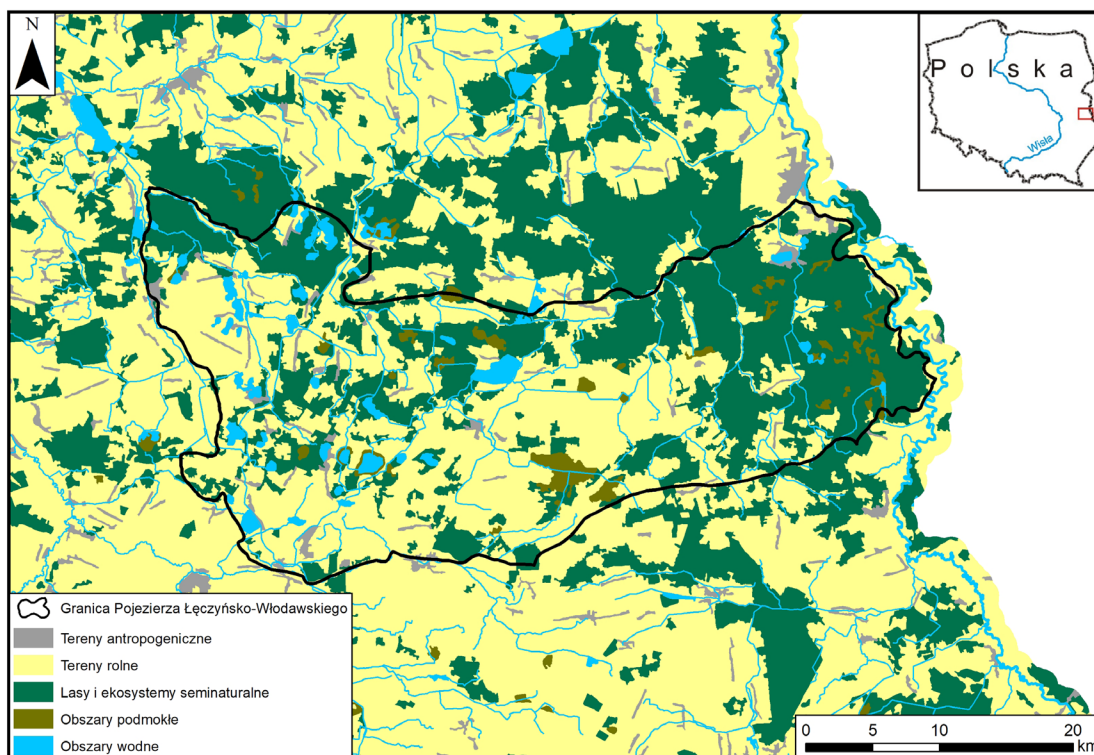
W związku z powyższym niniejsza praca dotyczy zmian powierzchni wybranych naturalnych zbiorników wodnych Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Na podstawie archiwalnych i współczesnych materiałów kartograficznych dokonano ilościowej oceny zmian powierzchni wybranych jezior zachodniej części Pojezierza, zweryfikowano wpływ ich wielkości na tempo zaniku jezior, a także określono zależność pomiędzy zmianami powierzchni akwenów a ich położeniem w granicach Poleskiego Parku Narodowego i jego otuliny.

CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ

Badany obszar obejmuje zachodnią część Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego o powierzchni 1485,84 km² i odznacza się obecnością licznych jezior pochodzenia naturalnego (ryc. 1). Obszar ten był kilkakrotnie zalewany przez morze, czego pozostałościami są serie osadów (węglanowych, piaszczystych, piaszczysto-węglanowych, a także ilasto-węglanowych i krzemionkowo-węglanowych) o miąższości od 300 do 650 metrów (Krassowska 1981). Przykrywająca je seria osadów czwartorzędowych jest zróżnicowana w profilu pionowym i poziomym, czego przyczyną jest występowanie złożonych kompleksów osadowych pięciu cykli glacialnych i rozdzielających je interglacjalów (Harasimiuk i in. 1998). Skutkiem zaistniałej sytuacji jest zmienność warunków hydrogeologicznych – występowanie słabo przepuszczalnych przewarstwień mułkowych i gliniastych umożliwia gromadzenie się wody w zagłębieniach terenu, ale jednocześnie utrudnia jej infiltrację do niższych poziomów wodonośnych (Michalczyk i in. 2017). Znaczącą rolę w powstawaniu jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego odegrała również tektonika podłoża skalnego (Harasimiuk i in. 1998; Chmielewski i in. 2020).

Przejściowość lokalnego klimatu i znaczący wpływ kontynentalizmu to skutki położenia Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego we wschodniej Polsce. Według klasyfikacji Okołowicza (1973) region mazowiecko-podlaski, do którego przyporządkowane jest Pojezierze, charakteryzuje się występowaniem długiego lata oraz długiej i chłodnej zimy (Chmielewski i in. 2020). W latach 1971–2000 na stacji synoptycznej we Włodawie, oddalonej o około 40 km od badanego obszaru, średnia roczna temperatura powietrza wyniosła 7,5°C, podczas gdy średnia roczna suma opadów – 516 mm (IMGW 2019). Według mapy pokrycia terenu Corine Land Cover 2018 dominującym typem pokrycia terenu omawianego obszaru są tereny rolne, zajmujące 61,71% powierzchni; lasy i ekosystemy seminaturalne zajmują 31,79%, natomiast obszary antropogeniczne jedynie 2,29%.

Silna presja człowieka spowodowała przekształcenie pierwotnych stosunków wodnych Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Budowa Kanału Wieprz-Krzna spowodowała przyspieszenie odpływu wód i zmianę lokalnych działów wodnych, natomiast rozwój rolnictwa oraz wiążące się z nim zmiany sposobu użytkowania terenu wpłynęły na zmniejszenie zdolności retencyjnych obszaru (Chmielewski i in. 2020). Dodatkowym zagrożeniem dla ekosystemów wodnych jest pobliska kopalnia węgla kamiennego (obecnie Lubelski Węgiel „Bogdanka” S.A.) oraz intensywny ruch turystyczny w regionie.



Ryc. 1. Pokrycie terenu Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego
 Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Corine Land Cover 2018
Fig. 1. Land cover of the Łęczna-Włodawa Lake District
 Source: author's own elaboration based on the Corine Land Cover 2018 data

MATERIAŁY I METODY

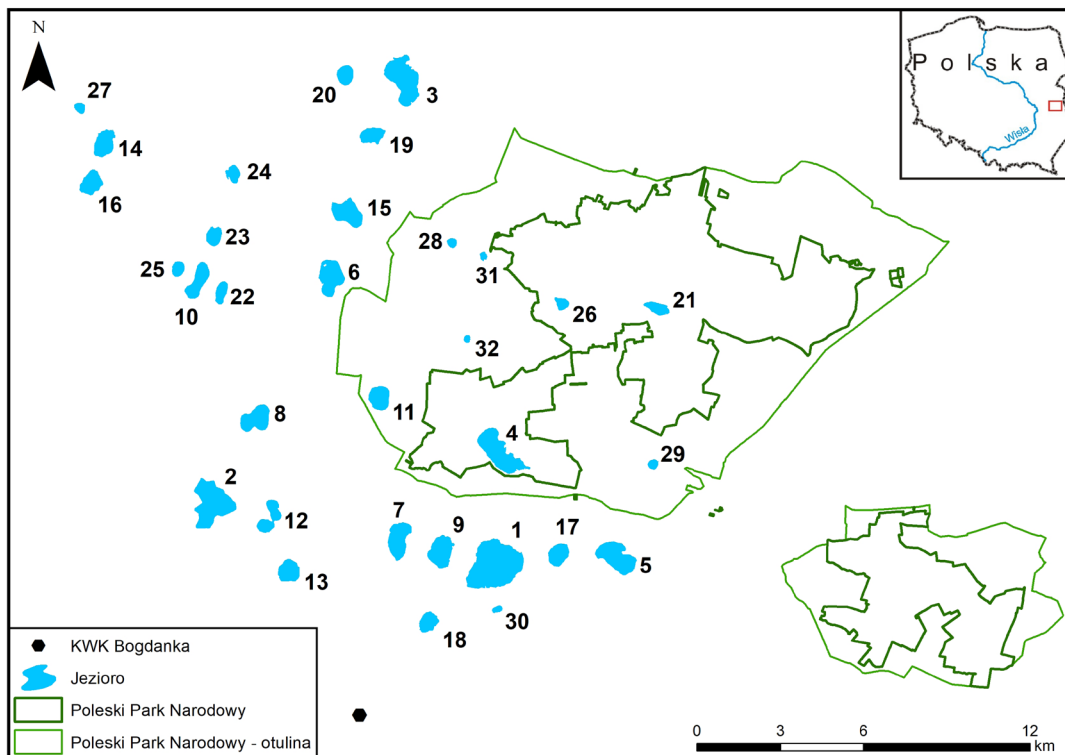
Na potrzeby oceny zmian powierzchni zbiorników wodnych Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego wykorzystano zróżnicowane materiały źródłowe w postaci cyfrowej (tab. 1), które umożliwiły wykonanie map ukazujących przestrzenny zasięg jezior w okresie przeszło 130 lat. Analogiczne postępowanie jest powszechnie stosowane w rekonstrukcjach dawnego stanu środowiska, dotyczących między innymi zmian pokrycia terenu (Kaim 2009; Zachwatowicz 2021) oraz przebiegu sieci rzecznej (Bala, Smolska 2012). Zmiany powierzchni w niniejszej pracy prześledzono na przykładzie 32 jezior zachodniej części Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego (ryc. 2); z analizy wykluczono sztuczne zbiorniki i stawy znacznie przekształcone antropogenicznie. Koniecznym warunkiem był również fakt zbliżonej lokalizacji wszystkich zbiorników na poszczególnych mapach (w ten sposób wykluczono jezioro Białe).

Najstarszym wykorzystanym materiałem źródłowym była mapa topograficzna Polski w skali 1:25 000, wydana przez Wojskowy Instytut Geograficzny, której aktualność topograficzna przypada na lata 1886–1887. Pozyskano ją w formie rastrowych plików jpg z domeny internetowej „Mapster” (<http://igrek.amzp.pl/>). Kolejnym zbiorem była mapa topograficzna w układzie PUWG 1965 w skali 1:25 000 o aktualności topograficznej przypadającej na lata 1976–1984, którą pobrano za pomocą programu Geoxa Viewer w postaci zarejestrowanego pliku rastrowego tiff z portalu Geoportal. Najbardziej współczesny zasięg jezior (2019) określono natomiast na podstawie mapy opartej na Bazie Danych Obiektów Topograficznych w skali 1:10 000, czyli BDOT10k, którą pobrano w postaci pliku shapefile z nadanymi georeferencjami. Należy podkreślić, iż zarówno mapy WIG, jak i mapa w układzie 1965 są uważane za kartometryczne (Nieścioruk 2014; Kuna 2018).

Tabela 1. Zestawienie materiałów kartograficznych wykorzystanych w pracy
Table 1. List of cartographic materials used in this paper

Material <i>Material</i>	Godło <i>Emblem</i>	Skala <i>Scale</i>	Aktualność topograficzna [rok] <i>Topographic topicality [year]</i>
Mapa topograficzna WIG	PAS43-SŁUP36-E	1:25 000	1887
	PAS43-SŁUP36-A	1:25 000	1887
	PAS42-SŁUP36-G	1:25 000	1886
	PAS43-SŁUP36-C	1:25 000	1887
	PAS43-SŁUP36-B	1:25 000	1887
	PAS43-SŁUP36-D	1:25 000	1887
	PAS42-SŁUP36-H	1:25 000	1886–1887
Mapa topograficzna w układzie „1965”	126.02	1:25 000	1976
	126.41	1:25 000	1984
	126.43	1:25 000	1984
	126.34	1:25 000	1976
	136.12	1:25 000	1976
	136.21	1:25 000	1976
BDOT10k	-	1:10 000	2019

Źródło: opracowanie własne
 Source: author's own elaboration



Ryc. 2. Wybrane jeziora na tle granicy Poleskiego Parku Narodowego i jego otuliny
 Numery odpowiadają kolejności zbiorników wodnych w tabeli 2

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z BDOT10k

Fig. 2. Chosen lakes against the border of Poleski National Park and its buffer zone

The numbers correspond to the order of the water reservoirs in the table 2

Source: author's own elaboration based the BDOT10k data (accessed: 6.02.2021)

W przypadku cyfrowych skanów map WIG w skali 1:25 000 konieczna była ich rejestracja do jednostrefowego Państwowego Układu Współrzędnych Geodezyjnych 1992 (PUWG 1992). Georeferencje nadano wszystkim arkuszom metodą punktów kontrolnych (GPC) w programie ArcGIS 10.5.1, wybierając charakterystyczne, łatwe do identyfikacji miejsca (najczęściej skrzyżowania dróg). Do oceny wpasowania poszczególnych punktów zastosowano miarę błędu średniokwadratowego (RMSE), która przy transformacji typu *Adjust* lub *Projective Transformation* nie przekraczała średnio 10 m.

Następnym krokiem była szczegółowa wektoryzacja ekranowa linii brzegowej omawianych zbiorników wodnych na zarejestrowanych mapach WIG oraz mapie w układzie 1965. Razem z warstwą z BDOT10k utworzone warstwy poligonowe posłużyły do określenia powierzchni jezior i obliczenia jej procentowych zmian w trzech zakresach czasowych: 1886–1984, 1984–2019 oraz 1886–2019. Pomimo wstępnej selekcji jezior, która miała na celu pominięcie sztucznych zbiorników retencyjnych i stawów, okazało się, że cztery spośród nich zostały silnie przekształcone przez człowieka – Jezioro Krzcień, Jezioro Skomielno, Jezioro Czarne oraz jezioro Domaszne (m. in. zostały podpiętrzone w celu zwiększenia ich pojemności retencyjnej). Wyniki obliczeń przedstawiono w postaci tabelarycznej oraz na wykresach słupkowych, a zmiany powierzchni jezior zestawiono również w podziale na klasy ich wielkości: od 1 do 50 ha, od 51 do 100 ha i powyżej 100 ha.

WYNIKI

Uzyskane wyniki wskazują na istotne zmiany powierzchni wybranych zbiorników wodnych Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego (tab. 2) w badanym okresie. W latach 1886–1887 sumaryczna powierzchnia jezior wynosiła 1856,5 ha. W latach 1976–1984 łączna powierzchnia wszystkich akwenów zmniejszyła się o 2,9% (1803,3 ha) w porównaniu do wyniku uzyskanego w drugiej połowie poprzedniego stulecia. W 2019 roku zbiorniki wodne zajmowały łącznie 1864,1 ha, co oznacza wzrost o 0,41% w całym badanym przedziale czasowym oraz przyrost równy 3,37% w stosunku do poprzedniego okresu.

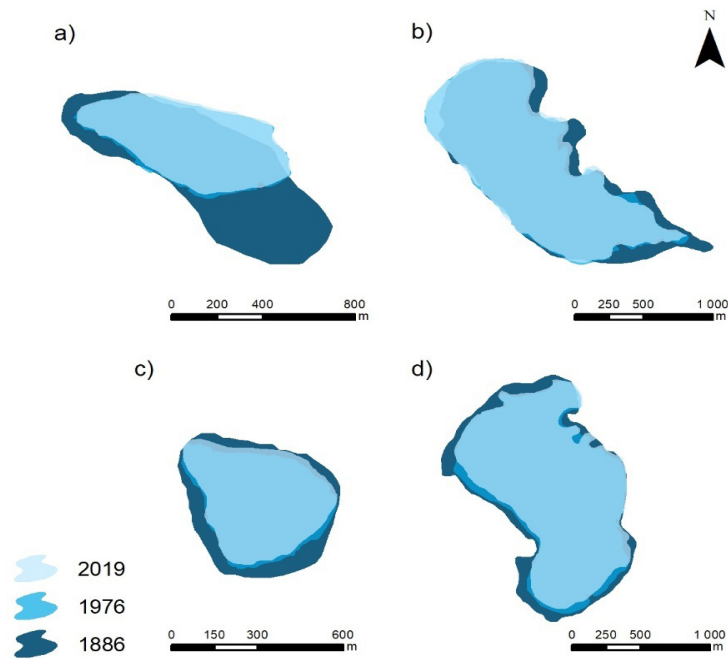
W latach 1886–1976 cztery zbiorniki zwiększyły swój zasięg, w tym najbardziej Jezioro Krzcień (551,1%), znacznie Jezioro Skomielno (69%) oraz w mniejszym stopniu Jezioro Czarne (9,5%) i Jezioro Domaszne (1,4%). Powierzchnia pozostałych 28 jezior zmniejszyła się względem lat 1886–1887, a w przypadku 15 z nich ubytek powierzchni sięgnął więcej niż 10%. Jezioro Długie (ryc. 3), położone na terenie Poleskiego Parku Narodowego uległo największemu zmniejszeniu powierzchni, ograniczając swój zasięg o 39% w pierwszym badanym okresie (z 46,4 ha do 28,3 ha). W kolejnym przedziale czasowym, czyli do 2019 roku, akwen nie zmienił znacząco swojej powierzchni, finalnie osiągając 28,7 ha. W latach 1886–1976 znacznemu zmniejszeniu uległo Jezioro Gumienko (-33,8%), najmniejsze spośród analizowanych, oraz Jezioro Moszne (-26,9%) i Jezioro Cycowe (-26,2%).

W kolejnym przedziale czasowym (1976–2019) 18 jezior zwiększyło swoją powierzchnię, w tym sześć znacznie (o więcej niż 10%). Największy wzrost powierzchni udokumentowano w przypadku Jeziora Skomielno (54,85%), które jako jedyne znacznie zwiększyło swój zasięg w obu omawianych okresach. Wzrost powierzchni w latach 1976–2019 odnotowano również w przypadku Jeziora Sumin (23,91%) i Jeziora Gumienko (23,26%). W przypadku 12 badanych zbiorników wodnych stwierdzono spadek ich powierzchni, ale tylko w jednym przypadku o więcej niż 10% (Jezioro Nadrybie – 14,09%) Sumarycznie w okresie od 1886 do 2019 roku zaobserwowano, iż cztery spośród nich zwiększyły swoją powierzchnię, natomiast pozostałe uległy zmniejszeniu (tab. 2).

Tabela 2. Zmiany powierzchni zbiorników wodnych (Pow) oraz ich zmiany procentowe w trzech przedziałach czasowych**Table 2.** Changes in surface of water reservoirs (Area) and their percentage changes in three time intervals

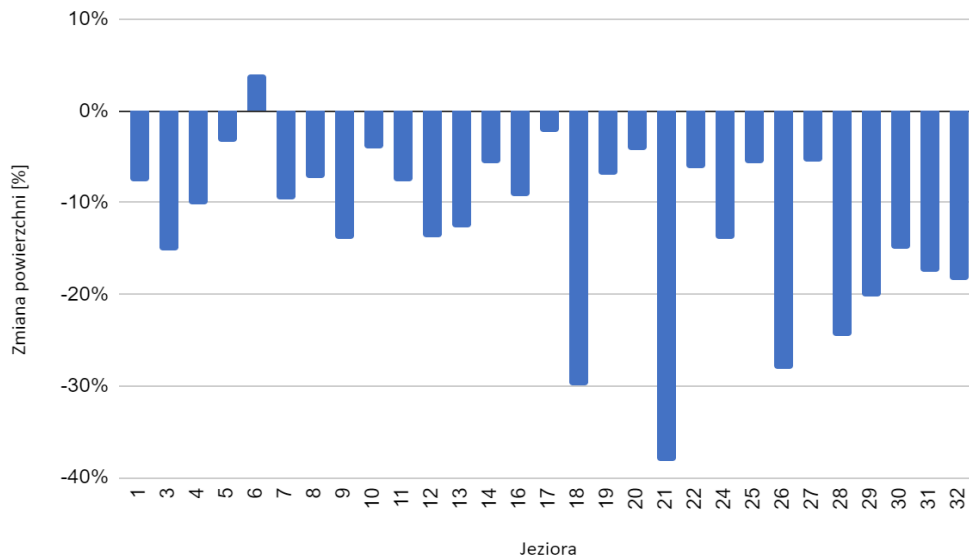
Nr No.	Aktualność topograficzna mapy <i>Topographic topicality</i>	1886–1887	Zmiana w latach <i>Change between 1886–1984</i>	1976–1984	Zmiana w latach <i>Change between 1984–2019</i>	2019	Zmiana w latach <i>Change between 1886–2019</i>
	Nazwa <i>Name</i>	Pow <i>Area</i> [ha]	%	Pow <i>Area</i> [ha]	%	Pow <i>Area</i> [ha]	%
1	Jez. Uściwierz	281,9	-8,30	258,5	0,66	260,2	-7,70
2	Jez. Krzczeń	23,7	551,05	154,3	4,80	161,7	582,28
3	Jez. Białe Sosnowickie	163,1	-17,66	134,3	3,05	138,4	-15,14
4	Jez. Łukie	148,8	-8,40	136,3	-1,91	133,7	-10,15
5	Jez. Sumin	108,8	-21,97	84,9	23,91	105,2	-3,31
6	Jez. Domaszne	82,8	1,45	84	2,50	86,1	3,99
7	Jez. Piaseczno	86,3	-4,29	82,6	-5,57	78	-9,62
8	Jez. Krasne	78,2	-3,20	75,7	-4,23	72,5	-7,29
9	Jez. Bikeze	88,8	-15,99	74,6	2,41	76,4	-13,96
10	Jez. Uścimowskie	62,4	-6,41	58,4	2,40	59,8	-4,17
11	Jez. Zagłębcze	57,3	-5,76	54	-2,04	52,9	-7,68
12	Jez. Łukeze	59,8	-11,20	53,1	-2,82	51,6	-13,71
13	Jez. Rogóźno	58,5	-10,60	52,3	-2,29	51,1	-12,65
14	Jez. Kleszczów	58,5	-15,38	49,5	11,52	55,2	-5,64
15	Jez. Skomielno	28,7	68,99	48,5	54,85	75,1	161,67
16	Jez. Miejskie	55,2	-17,75	45,4	10,35	50,1	-9,24
17	Jez. Rotcze	48	-5,21	45,5	3,08	46,9	-2,29
18	Jez. Nadrybie	54	-18,52	44	-14,09	37,8	-30,00
19	Jez. Czarne Sosnowickie	42,8	-9,11	38,9	2,31	39,8	-7,01
20	Jez. Białskie	34,9	-4,30	33,4	0,00	33,4	-4,30
21	Jez. Długie	46,4	-39,01	28,3	1,41	28,7	-38,15
22	Jez. Maśluchowskie	29,1	-7,56	26,9	1,49	27,3	-6,19
23	Jez. Czarne	25,2	9,52	27,6	11,96	30,9	22,62
24	Jez. Ściegienne	27,2	-9,56	24,6	-4,88	23,4	-13,97
25	Jez. Głębokie	21,1	-2,84	20,5	-2,93	19,9	-5,69
26	Jez. Moszne	23,8	-26,89	17,4	-1,72	17,1	-28,15
27	Jez. Czarne (Gościnnieckie)	12,6	-12,70	11	8,18	11,9	-5,56
28	Jez. Cycowe	12,6	-26,19	9,3	2,15	9,5	-24,60
29	Jez. Płotycze	13,4	-18,66	10,9	-1,83	10,7	-20,15
30	Jez. Uściwierzek	8,7	-6,90	8,1	-8,64	7,4	-14,94
31	Jez. Zienkowskie	7,4	-16,22	6,2	-1,61	6,1	-17,57
32	Jez. Gumienko	6,5	-33,85	4,3	23,26	5,3	-18,46
Σ	Łącznie/Sum	1856,5	-2,87	1803,3	3,37	1864,1	0,41

Źródło: opracowanie własne
Source: author's own elaboration



Ryc. 3. Powierzchnia wybranych jezior w latach 1886, 1976 i 2019
 a) Jezioro Długie, b) Jezioro Łukie, c) Jezioro Moszne, d) Jezioro Białe Sosnowickie
 Źródło: opracowanie własne

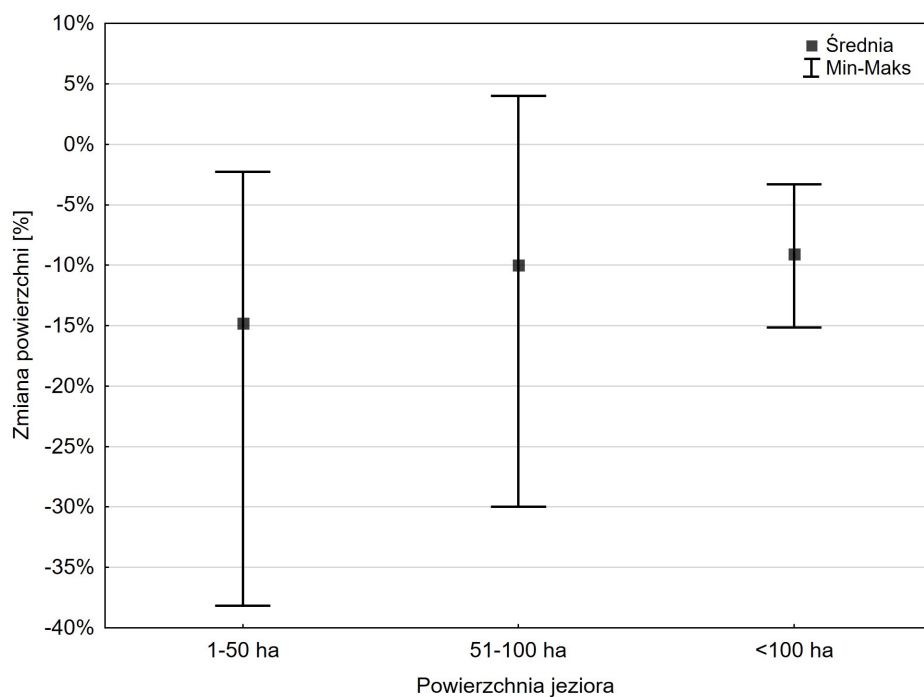
Fig. 3. Surface area of selected lakes in the years 1886, 1976 and 2019
 a) Lake Długie, b) Lake Łukie, c) Lake Moszne, d) Lake Białe Sosnowickie
 Source: author's own elaboration



Ryc. 4. Procentowe zmiany powierzchni zbiorników wodnych w latach 1886–2019 z wyłączeniem Jeziora Krzcień, Jeziora Skomielno i Jeziora Czarne
 Źródło: opracowanie własne

Fig. 4. Percentage changes in the surface of water reservoirs in the years 1886–2019 excluding Lake Krzcień, Lake Skomielno and Lake Czarne
 Source: author's own elaboration

Łączna powierzchnia wszystkich zbiorników wodnych, oprócz tych wyróżnionych jako znacznie przekształcone antropogenicznie (Jeziro Krzcień, Jeziro Skomieno i Jeziro Czarne), zmniejszyła się od 1886 do 2019 roku o 10,26%. Spadek powierzchni miał miejsce przede wszystkim w latach 1886–1976 (-11,6%), gdyż w drugim przedziale czasowym (1976–2019) jeziora zwiększyły powierzchnię o 1,49%. Trzy spośród badanych akwenów znajdują się w granicach Poleskiego Parku Narodowego – Jeziro Łukie, Jeziro Długie i Jeziro Moszne, a kolejne sześć leży w obrębie jego otuliny (Jeziro Cycowe, Jeziro Zienkowskie, Jeziro Zagłębocze, Jeziro Gumienko, Jeziro Płotyckie). Wykazano, iż łączny spadek powierzchni wymienionych zbiorników w okresie od 1886 do 2019 roku był większy (-16,51%) niż pozostałych jezior (-8,91%). Ponadto dla jezior położonych na terenie Poleskiego Parku Narodowego zaobserwowany spadek powierzchni był wyraźnie większy w pierwszym analizowanym przedziale czasowym (-15,65%) niż w latach 1976–2019 (-1,01%). Powierzchnia akwenów znajdujących się poza Poleskim Parkiem Narodowym i jego otuliną zmniejszyła się w pierwszym okresie (-10,7%), ale w następnym wzrosła o 2,01%. Grupowanie jezior pod względem powierzchni wskazało, iż największy jej spadek w okresie od 1886 do 2019 roku miał miejsce w przypadku jezior najmniejszych, o powierzchni wynoszącej od 1 do 50 ha (ryc. 5).



Ryc. 5. Zakres procentowych zmian powierzchni jezior w zależności od ich wielkości.

Źródło: opracowanie własne

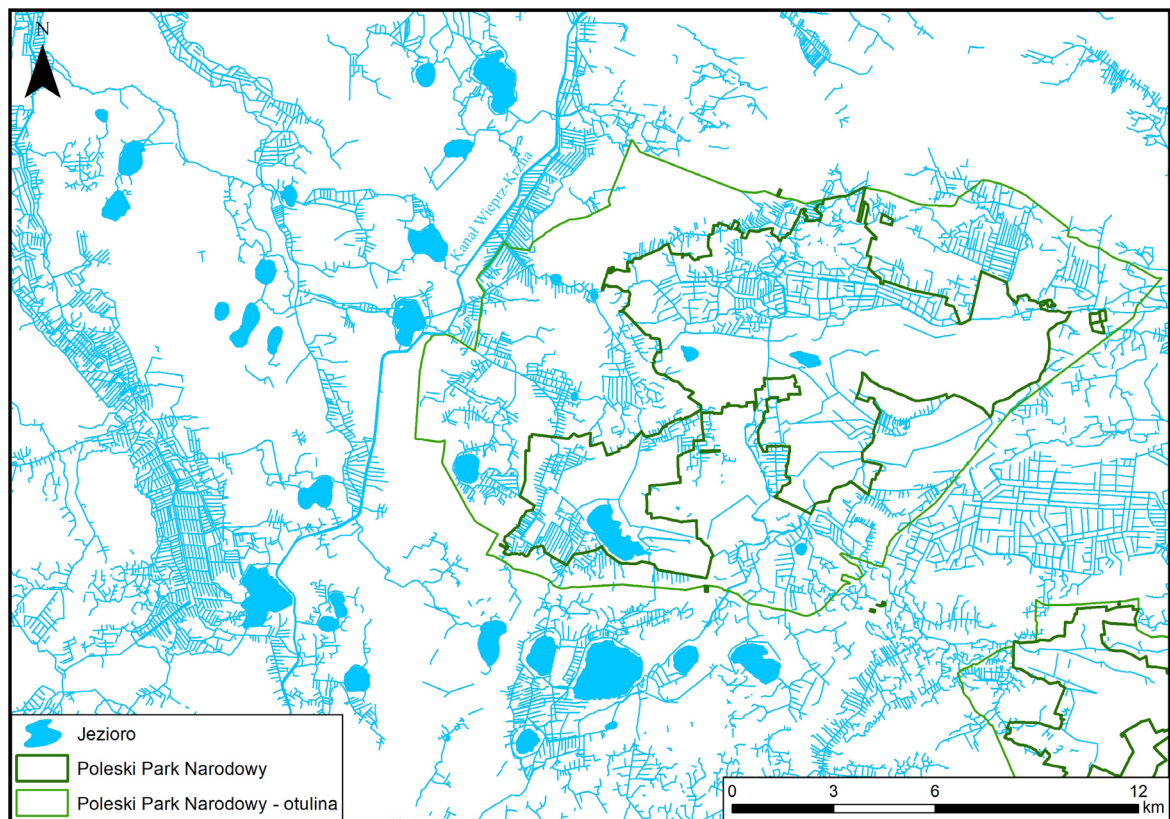
Fig. 5. The range of percentage changes in the surface of lakes depending on their size.

Source: author's own elaboration

PODSUMOWANIE I DYSKUSJA

Wyniki przedstawione w pracy wskazują, iż omawiane jeziora Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego zanikają w zróżnicowanym tempie. W latach 1886–2019 spośród 32 zbiorników objętych analizą aż 28 zmniejszyło swoją powierzchnię, w tym połowa znacznie. Pozostałe przypadki wzrostu powierzchni akwenów są natomiast związane z działalnością człowieka. Zasoby wodne Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego są zatem pod silnym wpływem zróżnicowanych czynników przyrodniczych, jak i antropogenicznych. Do najważniejszych z nich można zaliczyć prace melioracyjne,

będące skutkiem trudności z odprowadzaniem wiosennych nadmiarów wody. Jeziora Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego zostały włączone do sieci odpływu już w XIX wieku (Wilgat 1975), jednakże dopiero inwestycja w postaci Kanału Wieprz-Krzna w 1954 roku zaczęła znacząco oddziaływać na środowisko. Rozbudowany system melioracyjny istotnie wpłynął na tempo oraz charakter obiegu wody (Chmielewski i in. 2020). Wydłużenie sieci drenażu poprzez wykopanie dodatkowych 900 kilometrów sztucznych cieków (ryc. 6) skutkuje wysokimi wartościami wskaźnika gęstości cieków ($2,89 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$) i średniej odległości od wody (0,113 km). Naturalny, bezodpływowy charakter omawianego obszaru był uwarunkowany występowaniem słabo wykształconej sieci rzecznej (Michalczyk i in. 2017), natomiast konsekwencją usprawnienia odpływu wód była zmiana ich układu hydraulicznego oraz odnawialności (Janiec 1993). Kolejnym efektem przeprowadzonych melioracji było obniżenie zwierciadła wód podziemnych w regionie oraz regres powierzchni obszarów podmokłych (Harasimiuk i in. 1998). Zanikanie stałych i okresowych mokradeł zauważono już w latach 60-tych XX wieku (Wilgat 1963). Udokumentowano ponadto, że w latach 1952–1992 tereny podmokłe i wodne ograniczyły swój zasięg o 62% w centralnej i zachodniej części Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego (Chmielewski i in. 2020).



Ryc. 6. Sieć rowów melioracyjnych na tle badanych jezior i granic Poleskiego Parku Narodowego i jego otuliny

Opracowanie własne na podstawie danych z BDOT10k

Fig. 6. A network of drainage ditches against the background of the lakes and the borders of the Poleski National Park and its buffer zone

Source: author's own elaboration based on BDOT10k data

W kontekście melioracji warto dodać, iż jakość wód jezior włączonych do systemu KWK uległa pogorszeniu, co było spowodowane dopływem żyznych cieków węglanowych ze zlewni górnego Wieprza (Harasimiuk i in. 1998). W efekcie nastąpiło nasilenie procesu eutrofizacji, przede wszystkim w przypadku Jeziora Krzcheń, Jeziora Białego Sosnowickiego i Jeziora Białskiego. Podczas

analizy wpływu KWK na Jezioro Krzcień po dziesięciu latach zasilania go wodami rzecznyymi wykazano, że mineralizacja wody wzrosła w całej jej toni. Dodatkowo w profundalu zwiększyło się stężenie związków biogenych, głównie amoniaku i fosforanów. W konsekwencji struktura gatunkowa flory i fauny jeziora została silnie przekształcona, jak również stosunki ilościowe. Nastąpił bowiem m. in. wzrost ogólnej liczebności i masy zoobentosu (Radwan i in. 1986).

Na skutek oddziaływania wód Kanału Wieprz-Krzna w niektórych silnie zeutrofizowanych akwenach rozpoczęła się dystrofizacja, czego przykładem może być Jezioro Bikcze. Natomiast w dwóch zbiornikach położonych na terenie Poleskiego Parku Narodowego, Jeziorze Moszne i Jeziorze Długie, postępuje alkalizacja, co przyczynia się do degradacji ekosystemów wodno-torfowiskowych. Można wnioskować, że zmiany stosunków wodnych wskutek melioracji oraz zanieczyszczenie chemiczne wodami KWK przyczyniły się znacząco do procesu zanikania jezior na obszarze Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego.

Konsekwencją rozwoju sieci komunikacyjnej i intensyfikacji ruchu turystycznego w obrębie Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego był gwałtowny rozwój zaplecza turystycznego oraz prywatnego budownictwa letniskowego po 1971 roku (Harasimiuk i in. 1998). Takie nadmierne obciążenie antropogeniczne zlewni zwiększa prawdopodobieństwo zanieczyszczenia wód jeziornych i podziemnych poprzez nieszczelne szamba, prymitywne toalety oraz przypadkowe wysypiska śmieci. Przykładowo, do Jeziora Zienkowskiego i Jeziora Cycowego są zrzucane ścieki, co jest skutkiem nieuporządkowania lokalnej gospodarki wodno-ściekowej (Michalczyk i in. 2012). Ponadto pobór wód podziemnych przez ośrodki i atrakcje turystyczne oraz dla potrzeb komunalnych lokalnych mieszkańców nie jest kontrolowany i stanowi zagrożenie dla stosunków wodnych. Pomimo faktu, iż region nie jest intensywnie użytkowany rolniczo, nie można pominąć negatywnego wpływu środków ochrony roślin i nawozów na stan jakości wód (Niemirycz i in. 1993). Wyniki przedstawione w niniejszej pracy wyraźnie wskazują, że najbardziej zagrożone zanikaniem są zbiorniki małe i średnie (<50 ha), bowiem charakteryzują się one mniejszą zdolnością do samooczyszczania i niższą odpornością na degradację. Ponadto, w przypadku zlewni rolniczych niejednokrotnie stanowią one naturalne zagłębienia terenu kumulujące zanieczyszczenia.

Ważnym zagadnieniem w kontekście zaniku jezior jest osiadanie terenu wywołane obniżeniem ciśnienia wód naporowych, które rozpoczęło się wraz z wypompowywaniem wody związanym z budową Kopalni Węgla Kamiennego „Bogdanka” (obecnie Lubelski Węgiel „Bogdanka” S.A.). Nastąpiła zmiana stosunków wodnych pierwszego poziomu wodonośnego oraz wód wgłębnych (Harasimiuk i in. 1988). Ponadto, skutkiem działalności kopalni było także występowanie lokalnych rozlewisk i podtopień. Podczas prób odwadniania tych terenów za pomocą sieci drenażu przyspieszono i zmieniono kierunek odpływu wody, co spowodowało zmianę położenia podziemnych działów wodnych oraz granic zlewni wielu jezior (Michalczyk i in. 2012). Dodatkowo, skala zrzucania wód kopalnianych i ścieków do zbiorników powierzchniowych znacznie przewyższa normy, a skład chemiczny wód opadowych jest modyfikowany w momencie filtracji przez karbońską skałę płoną, wykorzystywaną do wypełniania dołów po eksploatacji i zagłębieniach terenu. Długofalowym następstwem działalności kopalni jest zmniejszanie bioróżnorodności w regionie poprzez przekształcenie naturalnego charakteru lokalnych wód podziemnych (Harasimiuk i in. 1998).

Wzrost powierzchni wybranych jezior, przedstawiony w niniejszej pracy, był również związany z działalnością człowieka. Sześciokrotny wzrost powierzchni Jeziora Krzcień był efektem przekształcenia akwenu w zbiornik retencyjny w Kanale Wieprz-Krzna (Wilgat 1997). Podobna sytuacja miała miejsce w przypadku Jeziora Skomielnego, jednakże jego powierzchnia wzrastała stopniowo (Płaska, Rechulicz 2008). Jezioro Czarne zostało z kolei włączone w sieć stawów hodowlanych i jest intensywnie wykorzystywane w gospodarce rybackiej.

Uzyskane w pracy wyniki, dokumentujące ogólny spadek powierzchni jezior odpowiadają rezultatom podobnych opracowań, dotyczących innych regionów Polski. W przypadku 127 jezior leżących w środkowej i dolnej części zlewni Warty na przestrzeni lat 1910–1960 zaobserwowano zmniejszenie się ich powierzchni o 6,2% (Ptak i Ławniczak 2011). Z kolei wyniki pracy Marynowskiej (2018),

która oceniła proces zaniku akwenów położonych w Parku Krajobrazowym Pojezierza Iławskiego pomiędzy 1893 a 2014 rokiem, wskazują na 8-procentowy regres ich powierzchni. W opracowaniu dotyczącym jezior Pojezierza Dobrzyńskiego od początku XX wieku odnotowano spadek ich powierzchni na poziomie 13,11%. Zwrócono ponadto uwagę na wzrost tempa przedstawionego procesu w ciągu ostatnich 30 lat (Piasecki 2013). Analiza 67 zbiorników wodnych Pojezierza Pomorskiego pozwoliła zaobserwować zmniejszenie ich powierzchni o 7,9% w ciągu ponad stu lat (od końca XIX wieku do początku XXI wieku) (Ptak 2013). Ponadto wykazano, że najszybszy zanik miał miejsce w akwenach najmniejszych, czyli z klasy wielkości 5–50 ha (-13,4%), co udokumentowano również w przypadku jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. W pracy Kutyły i Ławniczak (2015) także zaobserwowano największe zmiany powierzchni w jeziorach, które reprezentowały klasę 1–50 ha. W opracowaniu tym określono zmiany zasięgu wybranych akwenów obszarów chronionych w latach 1930–1980. Najmniejszy regres miał miejsce w przypadku zbiorników wodnych znajdujących się w granicach Brodnickiego Parku Krajobrazowego (-7,3%), natomiast powierzchnia akwenów Górznieńsko-Lidzbarskiego Parku Krajobrazowego w ciągu 50 lat zmniejszyła się o 8,7%. Autorzy udokumentowali ponadto, że na terenie Wielkopolskiego Parku Narodowego proces zaniku jezior jest intensywniejszy (26,7%) niż w jego otulinie (16,4%). Ptak (2020) w swoim opracowaniu dotyczącym sześciu jezior położonych na Pojezierzu Wielkopolskim wykazał, że w latach 1916–2020 ich zasięg zmniejszył się łącznie o 12,2%. Stwierdził ponadto, że kluczowym czynnikiem powodującym zmniejszenie powierzchni dwóch zbiorników (Jeziora Buszewskiego o 7% i Jeziora Lubosińskiego o 12,5%) było przekształcenie stosunków wodnych w regionie. W wyniku melioracji powstała gęsta sieć rowów i kanałów melioracyjnych odprowadzających wodę do Kanału Lubosińskiego, nastąpiło odwodnienie dużych powierzchni oraz obniżenie poziomu płytkich wód gruntowych.

Niniejsza praca stanowi jedno z niewielu aktualnych opracowań dla obszaru Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego, które charakteryzuje obecną sytuację występujących w regionie jezior, również tych leżących poza Poleskim Parkiem Narodowym. Konieczność ochrony zasobów wodnych tego regionu jest uwarunkowana występowaniem wyjątkowych w skali europejskiej krajobrazów, a także zasobów wodnych i powinna stanowić priorytetowe zadanie zarówno dla instytucji ochrony środowiska, jak również władz lokalnych.

Literatura

- Bala E., Smolska E., 2012, Zmiany układu koryta rzeki Liwiec w ciągu ostatnich 200 lat, *Acta Geographica Lodziensia*, 100, s. 9–19.
- Chmielewski T., Szymański J., Weigle A., 2020, *Poleski Park Narodowy. Dziedzictwo i przyszłość*, Wydawnictwo UMCS, Lublin.
- Choiński A., 1995, *Zarys limnologii fizycznej Polski*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań.
- Choiński A., 2006, *Katalog jezior Polski*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań.
- Choiński A., 2007, *Limnologia fizyczna Polski*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań.
- Harasimiuk M., Michalczyk Z., Turczyński M., (red.), 1998, *Jeziora łęczyńsko-włodawskie, Monografia przyrodnicza*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Wydawnictwo UMCS, Lublin.
- Janiec B., 1993, Przyrodnicza ocena wpływu kanału Wieprz-Krzna na jakość hydrosfery Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego, *Gospodarka Wodna*, 2, s. 36–42.
- Kaim D., 2009, Zmiany pokrycia terenu na pograniczu polsko-słowackim na przykładzie Małych Pienin, *Przeгляд Geograficzny*, 81, 1, s. 93–106.
- Kalinowska K., 1961, Zanikanie jezior polodowcowych w Polsce, *Przeгляд Geograficzny*, 33, 3, s. 511–518.
- Katalog jezior Polski*, 1954, PAN, Instytut Geografii, *Dokumentacja Geograficzna*, 5, Warszawa.
- Kleczevska-Witt E., 1983, Analiza porównawcza zarastania jezior poligonu fotointerpretacyjnego Mosina, *Fotointerpretacja w geografii*, 6, 16, s. 74–90.
- Krassowska A., 1981, Charakterystyka osadów kredy na obszarze Lubelskiego Zagłębia Węglowego, *Geological Quarterly*, 25, 4, s. 703–716.
- Kuna J., 2018, Partially compiled maps 1:25,000 by Polish Military Geographical Institute (1919–1939), *Polish Cartographical Review*, 50, 1, s. 31–46.

- Kutyła S., Ławniczak A. E., 2015, Zmiany powierzchni jezior wybranych obszarów chronionych na podstawie materiałów kartograficznych, *Przegląd Geograficzny*, 87,1, s. 95–107.
- Marynowska W. C., 2018, Analysis and visualization of lake disappearance process in Ława Lakeland Landscape Park, *Quaestiones Geographicae*, 37, 1, s. 115–124.
- Michalczyk J., 2003, Rola wody w architekturze krajobrazu województwa lubelskiego, [w:] U. Myga-Piątek (red.) Woda w przestrzeni przyrodniczej i kulturowej, *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego PTG*, Sosnowiec, s. 124–133.
- Michalczyk Z., Mięsiak-Wójcik K., Turczyński M., 2012, Poleski Park Narodowy, [w:] R. Bogdanowicz, P. Jokić, J. Pociask-Karteczka (red.) *Wody w parkach narodowych Polski*, IGiGP UJ, Kraków, s. 251–263.
- Michalczyk Z., Mięsiak-Wójcik K., Sposób J., Turczyński M., 2017, Stan i zmiany stosunków wodnych Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego, *Przegląd Geograficzny*, 89, 1, s. 9–28.
- Niemirycz E., Taylor R., Makowski Z., 1993, *Zagrożenia substancjami biogennymi wód powierzchniowych*, Biblioteka Monitoringu Środowiska PIOŚ, Warszawa.
- Nieścioruk K., 2014, Weryfikacja wiarygodności treści map dawnych z wykorzystaniem cyfrowego modelu wysokości i podstawowych atrybutów topograficznych, [w:] B. Konopska, J. Ostrowski (red.), *Dawne mapy jako źródła w badaniach geograficznych i historycznych*, *Z dziejów Kartografii*, t. 18, Warszawa, s. 53–63.
- Okołowicz W., 1973, Regiony klimatyczne Polski, [w:] *Narodowy Atlas Polski*, Ossolineum, Wrocław, 29.
- Piasecki A., 2013, Zmiany powierzchni jezior Pojezierza Dobrzyńskiego w świetle materiałów kartograficznych, *Prace Geograficzne*, 132, s. 39–57.
- Płaska W., Rechulicz J., 2008, Occurrence of fish in shallow littoral and open water zone of Lake Skomielno, *TEKA Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego*, 5, s. 99–105.
- Ptak M., 2010, Zmiany powierzchni jezior na tle zmian lesistości w środkowym i dolnym dorzeczu Warty od końca XIX wieku, [w:] T. Ciupa, R. Suligowski (red.) *Woda w badaniach geograficznych*, Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy Jana Kochanowskiego, Instytut Geografii, Kielce, s. 151–159.
- Ptak M., Ławniczak A., 2011, Changes in water resources in selected lakes in the middle and lower catchment of the River Warta, *Limnological Review*, 11, 1, s. 25–32.
- Ptak M., 2013, Zmiany powierzchni i batymetrii wybranych jezior Pojezierza Pomorskiego, *Prace Geograficzne*, 133, s. 61–76.
- Ptak M., Choński A., Sojka M., Zhu S., 2020, Changes in the Water Resources of Selected Lakes in Poland in the Period 1916–2020 as Information to Increase Their Availability, *Sustainability*, 13, 13, s. 7298, 2021.
- Radwan S., Kowalczyk, C., Zwolski W., Kornijów R., Kowalik, W., Paleolog A., Stępień B., 1986, Wpływ kanału Wieprz-Krzna na eutrofizację wód Jeziora Krasnego na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim, *Annales UMCS*, 41, s. 101–113.
- Wilgat T., 1954, Jeziora łęczyńsko-włodawskie, *Annales UMCS*, sec. B, VIII, 3, s. 37–122.
- Wilgat T., 1963, Budowa geologiczna, rzeźba i wody Polesia Lubelskiego, [w:] T. Wilgat (red.) *Polesie Lubelskie*, Wydawnictwo Lubelskie, Lublin, s. 9–30.
- Wilgat T., 1975, Zagadnienie ochrony środowiska w Lubelskim Zagłębiu Węglowym, *Sylwan*, 119, 12, s. 25–34.
- Wilgat T., Janiec B., Michalczyk Z., Turczyński M., 1997, Hydrological consequences of human action in the Łęczna-Włodawa Lake Region, *Geographia Polonica*, 68, s. 117–147.
- Zachwatowicz M., 2021, Główne kierunki oraz historyczne i krajobrazowe uwarunkowania przemian pokrycia terenu okolic Pińczowa w latach 1839–2000, *Prace i Studia Geograficzne*, 66, 3, s. 105–122.