

PRACE GEOGRAFICZNE

zeszyt 167, 2022, 69–89

doi: 10.4467/20833113PG.22.008.16221

Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ

Komisja Geograficzna, Polska Akademia Umiejętności

Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego

WYKORZYSTANIE ENERGII WIATRU I WODY DO CELÓW GOSPODARCZYCH W XIX I XX WIEKU W ZLEWNI ZAGOŹDŹONKI

Kamil Kultys, Kamil Misztal, Maria Stadnicka

The use of wind and water energy for economic purposes in the 19th and 20th century in the Zagożdżonka River basin

Abstract: The article presents ways to use renewable sources of energy in the 19th and early 20th century in the Zagożdżonka River basin (left tributary of the Vistula River). The river basin is located in central Poland, in the south of the Mazowieckie Province. Physico-geographically, it is located within three mesoregions: the Vistula Central Valley, the Kozienice Plain, the Radom Plain. The aim of the study is to reconstruct the location of the renewable energy source receivers. Special attention was paid to the terrain conditions and settlement network. Archival sources were used to perform detailed analyses. The most important sources include archival maps: *Topographic Chart of the Kingdom of Poland*, *Karte des westlichen Rußlands*, the tactical map of WIG, *The Geographic Dictionary of the Kingdom of Poland and Other Slavic Countries*. Thanks to GIS tools, it was possible to reconstruct the location of linear (watercourses), surface (mill ponds, forests), and point objects – water wheels and windmills. Several spatial analyses (density of water wheels and windmills, geomorphological position, density changes) were performed using GIS software. The wind potential (Wind Effect) was also calculated, to which the location of windmills was related. The population density in the water basin was reconstructed, which gave a picture of the socio-economic space. The results of the analyses indicate the dynamic development of milling in the 19th and early 20th century. The reconstruction of the then existing settlement network provided a basis for relating the location of mills to the socio-economic conditions in the river basin. The highest densities of mills were found near the largest towns, e.g. Kozienice, Czarnolas, and Policzna.

Keywords: water and wind energy, archival materials, GIS analysis, the Zagożdżonka River basin

Zarys treści: W artykule przedstawiono sposoby wykorzystania energii wód płynących i wiatru w XIX i na początku XX w. na obszarze zlewni Zagożdżonki (lewostronnego dopływu Wisły). Omawiana zlewnia położona jest w centralnej części Polski, na południu województwa mazowieckiego. Pod względem fizycznogeograficznym znajduje się w obrębie trzech mezoregionów: Doliny Środowej Wisły, Równiny Kozienickiej, Równiny Radomskiej. Celem badań była rekonstrukcja lokalizacji młynów wodnych i wiatraków. Szczególną uwagę podczas prowadzenia analiz zwrócono na warunki terenowe oraz sieć osadniczą. Do wykonania analiz wykorzystano źródła archiwalne: *Topograficzną Kartę Królestwa Polskiego*, *Karte des westlichen Rußlands*, mapę taktyczną WIG, *Słownik geograficzny Królestwa Polskiego i innych krajów słowiańskich*. Dzięki użyciu narzędzi GIS odtworzono położenie obiektów liniowych (cieków), powierzchniowych (stawów młyńskich, lasów) i punktowych – urządzeń wodnych oraz wiatraków. Przy użyciu oprogramowania GIS wykonano analizy przestrzenne: zagęszczenia urządzeń wodnych i wiatraków, położenia geomorfologicznego, zmian gęstości. Obliczono również potencjał wietrzny (Wind Effect), z którym korelowano lokalizację wiatraków. Przeanalizowano zmiany gęstości zaludnienia na obszarze zlewni, co dało obraz przestrzeni społeczno-gospodarczej. Wyniki przeprowadzonych analiz wskazują na dynamiczny rozwój młynarstwa w XIX i na początku XX w. Rekonstrukcja ówczesnej sieci osadniczej dała podstawy do wykonania map gęstości ludności, z którymi następnie korelowano lokalizację młynów. Największe zagęszczenia młynów występują w pobliżu największych miejscowości regionu, np. Kozienic, Czarnolasu, Policznej.

Słowa kluczowe: energia wód i wiatru, materiały archiwalne, analizy GIS, zlewnia Zagożdżonki

Wprowadzenie

W ostatnich latach coraz bardziej popularne staje się wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii (OZE) pochodzącej m.in. z: cieków wodnych, wiatru, geotermii, promieniowania słonecznego (fotowoltaika), ruchu fal morskich, prądów i pływów (Norwisz i in. 2006). Do źródeł tych zaliczyć również należy energię produkowaną z biomasy czy produkcję biogazu (Wójcik 2016; Szyber 2018). W ostatnich latach najbardziej dynamicznie rozwija się fotowoltaika, co spowodowane jest m.in. wysokimi dotacjami do budowy takich instalacji (Biłos 2016). W 2011 r. w Polsce odnawialne źródła energii stanowiły 7,8% bilansu energii pierwotnej, pochodzącej zarówno ze źródeł odnawialnych, jak i nieodnawialnych (Biłos 2016). Było to wówczas minimum udziału energii odnawialnej, do którego zobowiązała się Polska, przystępując do Unii Europejskiej. W założeniach polityki UE przewiduje się ciągły wzrost wykorzystania OZE, który w roku 2020 miał osiągnąć 20% ogólnej produkcji energii (Norwisz i in. 2006). Jednak cel ten nie został osiągnięty i udział energii ze źródeł odnawialnych w Polsce w 2020 r. wyniósł ok. 15% (GUS Raport – Energia 2021). Najwięcej projektów planowanych elektrowni wiatrowych w Polsce wykonanych jest dla województw: pomorskiego, zachodniopomorskiego oraz wielkopolskiego. Na obszarze objętym analizą (w zlewni Zagożdżonki) do roku 2018 nie przewidziano takich inwestycji (Instytut Energetyki Odnawialnej 2021).

Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii postrzegane jest jako bardzo nowoczesne, jednak już od starożytności naturalna energia była wykorzystywana gospodarczo. Woda rzek kierowana była na koła wodne, które przenosiły jej energię na mechanizmy młynów, tartaków, foluszy czy kuźni (Bartnik, Bartnik 2017; Chrabąszcz i in. 2017; Prarat, Brykała 2018; Brykała, Podgórski 2020). Pierwsze wzmianki o budowie młynów wodnych w Polsce sięgają pierwszej połowy XIII w. Sieć młynów wodnych początkowo rozwijała się w południowo-zachodniej części współczesnej Polski. Na początku XV w. młyny wodne zaczęto budować również na północnym-wschodzie (Brykała, Podgórski 2008). Młynarstwo w Polsce odegrało bardzo ważną rolę w rozwoju krajowej gospodarki. Sam młyn poruszany energią wodną był skomplikowanym urządzeniem, do którego działania konieczne było odpowiednie przygotowanie koryta cieku poprzez wzmacnianie brzegów, budowę grobli piętrzących wodę oraz rowów i kanałów derywacyjnych doprowadzających wodę do koła młyńskiego (Kaniecki, Brychey 2010). W niektórych regionach Polski, po młynarstwie wodnym pozostały liczne i trwałe zmiany sieci rzecznej (Witkowski, Witkowski 2018). Powszechnie do napędzania mechanizmów młyńskich wykorzystywano również siłę wiatru.

Pierwsze wiatraki na obszarze Polski pojawiły się już w XIII w. na terenie Pomorza (Wyszowska, Zakrzewska 2009). Jak oszacowano, pod koniec XVIII w. w Polsce pracowało ok. 6000 wiatraków, co stanowiło 35% wszystkich młynów zbożowych (Wyszowska, Zakrzewska 2009), pozostałe ok. 11 000 to młyny wodne. Ciągły rozwój gospodarczy i wprowadzenie nowych technik wpłynęło na zastąpienie tych źródeł energii innymi, najpierw parowymi, a później elektrycznymi.

Celem przedstawionych badań była rekonstrukcja położenia urządzeń napędzanych siłą wody i wiatru w zlewni Zagożdżonki od lat 30. XIX w. do lat 30. XX w. Szczegółowym analizom poddano liczbę i lokalizację urządzeń wodnych i wiatraków. W pracy omówiono również potencjał siły wiatru w zlewni. Uwzględniono też warunki lokalizacji wiatraków. Podobne podejście zastosowano do analizy lokalizacji urządzeń wodnych. Pozwoliło to na odtworzenie warunków niezbędnych przy wyznaczaniu miejsca lokalizacji turbin napędzanych siłami geofizycznymi (siłą wód i wiatru). Odtworzono też sieć osadniczą w zlewni (zgodnie ze stanem na koniec XIX w.).

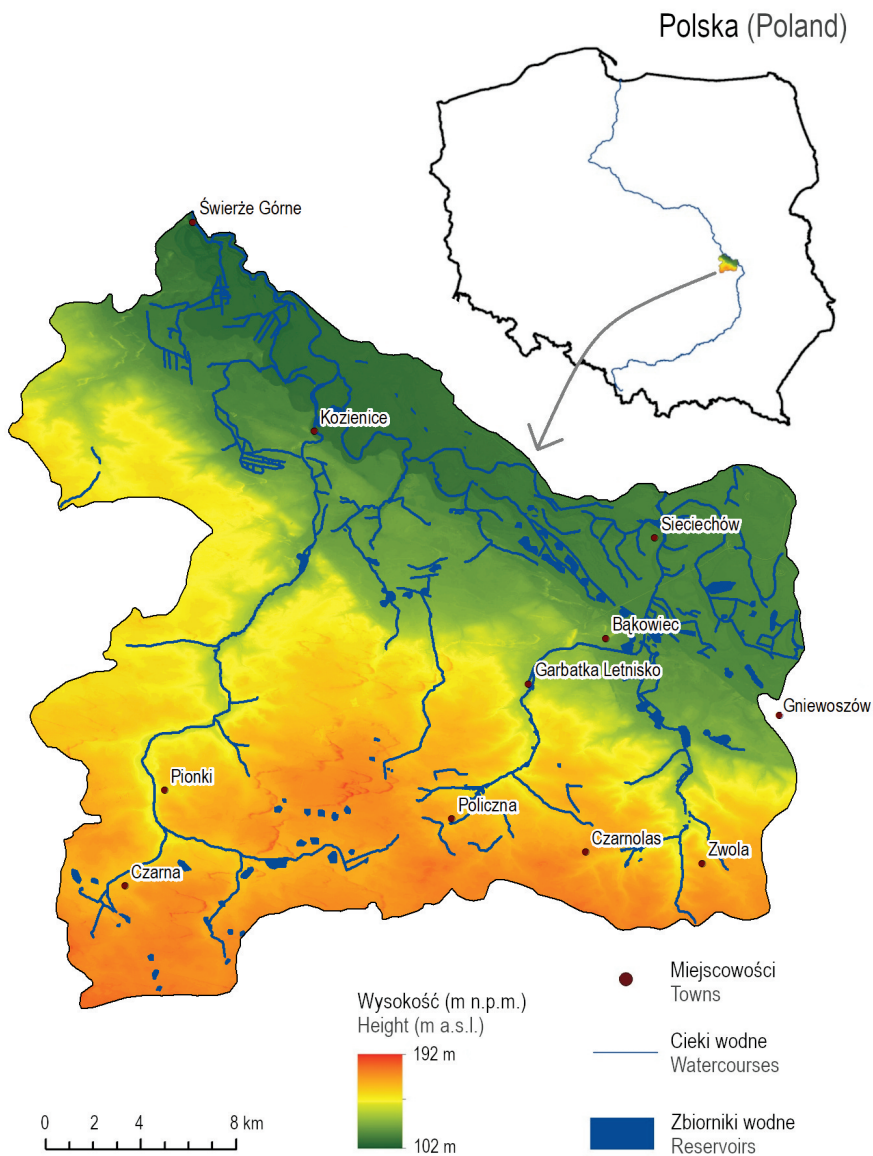
Obszar badań

Zlewnia nizinnej rzeki Zagożdżonki, lewostronnego dopływu Wisły, ma powierzchnię 564,24 km². Położona jest na obszarze trzech mezoregionów fizycznogeograficznych Nizin Środkowopolskich: Równiny Kozienskiej, Równiny Radomskiej i Doliny Środkowej Wisły (Kondracki 2014; Majchrowska, Papińska 2021; Szumacher i in. 2021) (ryc. 1). Administracyjnie znajduje się w południowo-wschodniej części

województwa mazowieckiego i niewielki jej fragment – 0,48% zlewni – w zachodniej części województwa lubelskiego. Obszar zlewni obejmuje 11 gmin położonych w czterech powiatach: kozienickim, zwoleńskim, radomskim i puławskim. Obecnie w zlewni dominuje rolniczo-leśne użytkowanie (Kultys, Ziewiec 2020). Główne obszary rolnicze znajdują się w południowo-wschodniej (zlewnia cząstkowa Zwolanki) i w północnej części zlewni, położonej na obszarze Doliny Środkowej Wisły. Taki układ jest wynikiem warunków środowiskowych, które wpłynęły na zróżnicowane zasiedlanie badanego obszaru od XIX w. Występowanie żyznych gleb w dolinach determinowało rozwój osadnictwa. Tereny silnie przemodelowane przez procesy eoliczne, gdzie na powierzchni występują wydmy i pola piasków przewianych, były słabiej zasiedlane ze względu na mało urodzajne gleby bielicowe. Na obszarach tych zachowały się rozległe kompleksy leśne prastarej Puszczy Kozienickiej (Kondracki 2014; Szumacher i in. 2021). Północna część zlewni, mimo występowania żyznych mad rzecznych, była również słabo zagospodarowana. Znajdowały się tam liczne tereny podmokłe, okresowo zalewane wodami Wisły.

Trudne w zagospodarowaniu, ze względu na częste wylewy rzek, tereny położone w dolinie Wisły wydzierzawiano ludności specjalizującej się w uprawie takich gruntów – czyli Olędrom. Na ziemi polskiej zaczęli oni przybywać w XVI w. (Zayats 2015; Baranowski 1915), natomiast na omawianym terenie pojawili się na początku wieku XIX w majątku dóbr piotrkowskich. Tam założyli wieś Holendry Kuźmińskie, w której nazwie podkreślono odrębność tego osadnictwa. Olędrzy wprowadzali zmiany w rzeźbie terenu i sieci rzecznej, umożliwiając rolnicze wykorzystanie tego obszaru (Zawadzka-Pawlewska, Tsermegas 2017; Kultys 2021). Tereny podmokłe odwadniali poprzez budowę rowów drenujących. Ważniejsze budynki wznosili na wybudowanych w tym celu nasypach ziemnych zwanych „terpami”, co pozwalało uchronić je przed zalaniem podczas wezbrań. Następnie podjęli prace związane z obwałowaniem Wisły: rozpoczęły się one w 1816 r. i trwały do 1830 r., jednak w tym czasie nie ukończono budowy niezbędnej infrastruktury. Prace wznowiono w 1842 r. (Sulimierski i in. 1884, s. 550) i z przerwami trwały one do końca wieku. Nowo powstałe obwałowania były jednak często niszczone przez wody wezbranej Wisły, w wyniku czego dolina była zalewana.

Obszar ten odwadniany jest przez Zagożdżonkę, której energia była często wykorzystywana do celów gospodarczych (Kultys, Ziewiec 2020). Mimo wzmożonej działalności człowieka na tych terenach i wynikających z niej znacznych przekształceń środowiska (osuszenie mokradeł, budowa sieci rowów drenujących, budowa wałów przeciwpowodziowych), długość rzek zlewni nie uległa większym zmianom (Kultys 2018; Kultys, Ziewiec 2020). Obecnie gęstość sieci rzecznej w zlewni Zagożdżonki wynosi 0,34 km/km².



Ryc. 1. Położenie zlewni Zagożdżonki

Fig. 1. The location of the Zagożdżonka River basin

Źródło: <https://mapy.geoportal.gov.pl>.Source: <https://mapy.geoportal.gov.pl>.

Materiały i metody pracy

Analizy liczebności oraz szczegółowej lokalizacji urządzeń wodnych i wiatraków wykonano, opierając się na materiałach kartograficznych. Ich kwerendę przeprowadzono w zasobach internetowych, dostępnych głównie na portalu Mapster (2019). Były to wieloarkuszowe, średnioskalowe mapy topograficzne obejmujące różne horyzonty czasowe XIX i XX w.: *Topograficzna Karta Królestwa Polskiego*, *Karte des westlichen Rußlands*, mapa taktyczna WIG.

Topograficzna Karta Królestwa Polskiego w skali 1:126 000 (tab. 1), nazywana Mapą Kwatermistrzostwa, wydana została w 1843 r. i przedstawia stan na lata 30. XIX w. Jest to opracowanie, które w wiarygodny sposób obrazuje elementy środowiska geograficznego (Cebrykow 2015). Prezentuje ona szczegółowo zarówno elementy naturalne (rzeki, mokradła, lasy itp.), jak i związane z działalnością człowieka (kościół, drogi, zabudowę). Zobrazowano na niej również położenie młynów i tartaków wodnych oraz wiatraków. Mapa ta uznawana jest za bardzo przydatną do prowadzenia na jej podstawie analiz kartograficznych, dotyczących np. lokalizacji i liczby obiektów (Nita, Myga-Piątek 2012).

Karte des westlichen Rußlands to seria map arkuszowych w skali 1:100 000 (tab. 1), wydawana w latach 1914–1916 (Panecki 2015). Decyzję o przygotowaniu opracowań kartograficznych tego obszaru podjęto podczas przygotowań Cesarstwa Niemieckiego do wojny z Imperium Rosyjskim. *Karte des westlichen Rußlands* przygotowała niemiecka wojskowa służba kartograficzna (Königlich Preußische Landesaufnahme), dla badanego obszaru sporządzono ją na podstawie opracowań *Nowojtopograficeskoj karty zapadnij Rossii* (potocznie zwanej „dwuwiorstówką”, Kuna 2014).

Arkusze mapy taktycznej WIG wydawane były przez Wojskowy Instytut Geograficzny w skali 1:100 000 (tab. 1) od 1927 r. (Nita, Myga-Piątek 2012). Wykorzystane arkusze pochodzą z 1937 r. Mapa ta stanowi bardzo dobre źródło wiedzy na temat

Tab. 1. Materiały kartograficzne i błąd średniokwadratowy kalibracji
Table 1. Cartographic materials and calibration mean squared error

Mapa Map	Rok wydania The year of publication	Skala Scale	Błąd RMSE [m] RMSE error [m]
Topograficzna Karta Królestwa Polskiego	1843	1: 126 000	130
Karte des westlichen Rußlands	1915	1: 100 000	29
Mapa taktyczna WIG	1937	1: 100 000	32

Źródło: <http://igrek.amzp.pl>.

Source: <http://igrek.amzp.pl>.

zmian środowiskowych i gospodarczych zachodzących na początku XX w. Szczegółowo zostały na niej przedstawione cieki (rzeki, kanały i rowy melioracyjne), mokradła czy zbiorniki wodne, jak i elementy gospodarcze.

Materiał źródłowy stanowiła również literatura (specjalistyczna i regionalna). Informacje o znaczeniu gospodarczym, lokalizacji i funkcjonowaniu omawianych obiektów pozyskano ze *Słownika geograficznego Królestwa Polskiego i innych krajów słowiańskich*. Jest to encyklopedyczne dzieło wydawane w latach 1880–1902, w którym zawarte są informacje głównie o miejscowościach, szczególnie liczbie ludności czy znaczeniu gospodarczym (Graszka 2021).

Prowadzenie analiz przestrzennych i charakterystyka lokalizacji omawianych obiektów możliwe były dzięki wykorzystaniu podkładu Numerycznego Modelu Terenu (NMT) o rozdzielczości 1 m na podstawie danych Lidar – Projekt ISOK (Geoportal krajowy 2021). Analizy wykonano przy użyciu narzędzi GIS (ArcGis 10.8, QGIS 3.4, SagaGIS).

Archiwalne materiały kartograficzne zostały skalibrowane i sprowadzone do wspólnego układu współrzędnych płaskich prostokątnych PL-1992. Kalibrację tę wykonywano, opierając się na punktach charakterystycznych, które nie zmieniły miejsca swojego położenia i możliwe były do zidentyfikowania zarówno na dawnej mapie, jak i materiale referencyjnym (Geoportal krajowy 2021), np.: kościoły, skrzyżowania dróg. Umożliwiło to wykonanie digitalizacji i sprowadzenie wybranych obiektów, takich jak rzeki, rowy, stawy młyńskie, urządzenia wodne, wiatraki do postaci wektorowej. Następnie, stworzone warstwy wektorowe naniesiono na Numeryczny Model Terenu i wykonywano analizy warunków lokalizacji tych obiektów. Dało to przybliżony obraz rozmieszczenia młynów na tle odtworzonej rzeźby terenu. Charakterystykę położenia geomorfologicznego analizowanych elementów wykonano po poprzednim sporządzeniu map geomorfonów (automatycznie sklasyfikowanych na podstawie NMT form geomorfologicznych) za pomocą algorytmu *r. geomorphon* dostępnego w programie QGIS. Zostały one opracowane przy następujących parametrach narzędzia: Zewnętrzny promień wyszukiwania / *Outer search radius* – 250; Wewnętrzny promień wyszukiwania / *Inner search radius* – 25; Próg płaskości / *Flatness threshold* – 0,1. Powyższe parametry uznano za optymalne dla opracowywanego obszaru po wielokrotnym wykonaniu analizy tym narzędziem przy stosowaniu różnych konfiguracji parametrów. Kolejnym krokiem było nanoszenie zwektoryzowanych obiektów na sporządzone w ten sposób podkłady i określenie ich położenia.

Z kolei w oprogramowaniu GRASS GIS wykonano analizę potencjału wietrznego. Opracowano ją na podstawie numerycznego modelu terenu o rozdzielczości 30 m (Earth Explorer 2019) oraz danych o średnim kierunku wiatru w latach 2004–2021 dla stacji w Kozienicach (Weather Online Ltd.). Analizę tę wykonano przy użyciu narzędzia Wind Effect (Windward/Leeward Index). Parametry zostały dobrane tak, aby jak najbardziej odpowiadały rzeczywistym warunkom wietrznym (wartości

parametrów narzędzia: Odległość wyszukiwania / *Search distance* (km) – 0,3; Stały kierunek wiatru / *Constant Wind Direction* – 90; Przyspieszenie/*Acceleration* – 1,5). Powyższe parametry zostały uznane za optymalne na podstawie wyników analiz Antonicia i Legovicia (1999).

Ówczesną sieć osadniczą (aktualną na ostatnią dekadę XIX w.) odtworzono na podstawie danych pozyskanych ze *Słownika geograficznego Królestwa Polskiego i innych krajów ościennych* oraz map. Ze słownika pozyskano informacje o liczbie ludności i gospodarstw w poszczególnych wsiach. Na podstawie map archiwalnych odtworzono lokalizację uwzględnionych w analizie miejscowości i utworzono dla nich wektorową warstwę punktową, przechowującą w tabeli atrybutów liczbę ludności, która w danym czasie zamieszkiwała miejscowość.

Wartościowe informacje pozyskano również z wywiadów z miejscową ludnością. Wywiady te przeprowadzono wśród starszych mieszkańców zlewni, którzy pamiętają czasy funkcjonowania młynów wodnych i tartaków. Rozmawiano w sumie z 20 respondentami.

Wyniki

W czasach przed rozwojem elektryfikacji powszechnie wykorzystywano siłę wiatru i wód płynących, nawet niewielkich cieków. Miało to kluczowe znaczenie dla rozwoju lokalnej gospodarki. Przykładem takich cieków, intensywnie wykorzystywanych XIX i XX w. w celach energetycznych, były m.in. te wchodzące w skład systemu rzecznej Zagożdżonki (Rybczyński 1931). Urządzenia wodne w obrębie analizowanego obszaru najczęściej zlokalizowane były w systemach kaskadowych, na odcinkach dolin, gdzie możliwe było piętrzenie wody i wybudowanie młynówek. Woda z tych zbiorników kierowana była na koła wodne, które poruszały mechanizmy młynów, tartaków czy kuźni. Budowa stawów młyńskich była konieczna ze względu na niewielkie spadki rzek występujące w tej części Polski.

W zlewni Zagożdżonki już w XVI w. funkcjonowało kilka osad młyńskich (3 królewskie, 2 klasztorne i 1 szlachecka) (mapa: Instytut Historii... 2021). Szczegółowe analizy wykonane w pracy obejmują okres od lat 30. XIX w. do lat 30. XX w., gdy funkcjonowało tam wiele młynów wodnych i kilka wiatraków, których liczba od przełomu wieków XIX i XX dynamicznie wzrastała. Młyny wodne lokalizowano na niewielkich ciekach o małym spadku. Wiązało się to z koniecznością budowania zbiorników wodnych w celu piętrzenia wody. Na początku XIX w. na terenie zlewni funkcjonowały 22 urządzenia wodne (ryc. 2A), z czego 20 poruszało mechanizmy młyńskie i 2 tartaczne. Następnie liczba urządzeń wodnych wzrastała i na przełomie wieków wynosiła 26 (ryc. 2B), a w latach 30. XX w. już 31 (ryc. 2C; tab. 2). Były to głównie młyny, gdzie produkowano nie tylko mąkę i kaszę do celów spożywczych, ale również paszę.

Podobne tendencje widoczne są w liczbie wiatraków, która z 2 funkcjonujących w latach 30. XIX w. (ryc. 2A) wzrosła do 21 na przełomie wieków (ryc. 2B) i 35 w latach 30. XX w. (ryc. 2C; tab. 2). Młyny, których mechanizmy poruszane były siłą wiatru, najczęściej charakteryzowały się gorszą jakością przemiału niż młyny wodne. Dlatego częściej wykorzystywano je do produkcji paszy. Były one równomierniej rozmieszczone na obszarze zlewni, co ułatwiało mieszkańcom dostęp do nich. Funkcjonowanie tych zakładów uzależnione było w znacznej mierze od warunków pogodowych. Jak wynika z przeprowadzonych wywiadów, do takiego młyna udawano się w czasie łagodnego, nieporywistego wiatru. Występowanie porywistego bądź zbyt silnego wiatru uniemożliwiało funkcjonowanie mechanizmu i groziło jego uszkodzeniem, dlatego na czas ten młyn był zatrzymywany i zabezpieczany.

Na podstawie analiz materiałów źródłowych stwierdzono, iż mimo licznie funkcjonujących młynów, ich wydajność nie zaspokajała nawet lokalnych potrzeb (Sulimierski i in. 1884, s. 551). Wiele wiatraków ze względu na niedoskonałą technologię i złą jakość przemiału wykorzystywano wyłącznie do produkcji paszy (informacja przekazana ustnie – wywiad z mieszkańcem miejscowości Chechły, kwiecień 2021). Nie były wówczas dostępne elektryczne urządzenia do produkcji paszy (np. śrutowniki), które w późniejszych czasach stanowiły niezbędny element wyposażenia każdego gospodarstwa.

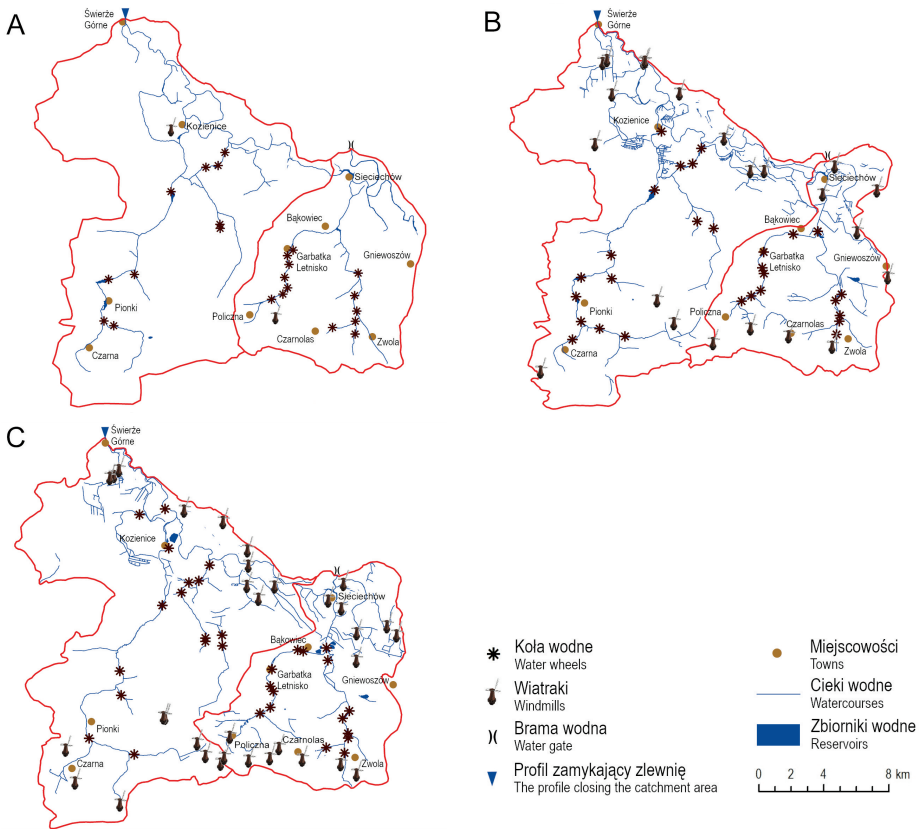
Tab. 2. Rekonstrukcja liczby młynów

Table 2. Reconstruction of the number of mills

Źródło Source	Liczba urządzeń wodnych Number of water wheels	Liczba wiatraków Number of windmills
<i>Topograficzna Karta Królestwa Polskiego</i> (rok wydania 1843)	22	2
<i>Karte des westlichen Rußlands</i> (rok wydania 1911)	26	21
Taktyczna mapa WIG (rok wydania 1937)	31	35

Źródło: <http://igrek.amzp.pl>.

Source: <http://igrek.amzp.pl>.



Ryc. 2. Sieć hydrograficzna w zlewni Zagożdżonki według: A: *Topograficznej Karty Królestwa Polskiego*, B: *Karte des westlichen Rußlands*, C: Taktycznej mapy WIG

Fig. 2. Hydrographic network in the Zagożdżonka River basin according to: A: *Topographic Map of the Kingdom of Poland*, B: *Karte des westlichen Rußlands*, C: the tactical map of WIG

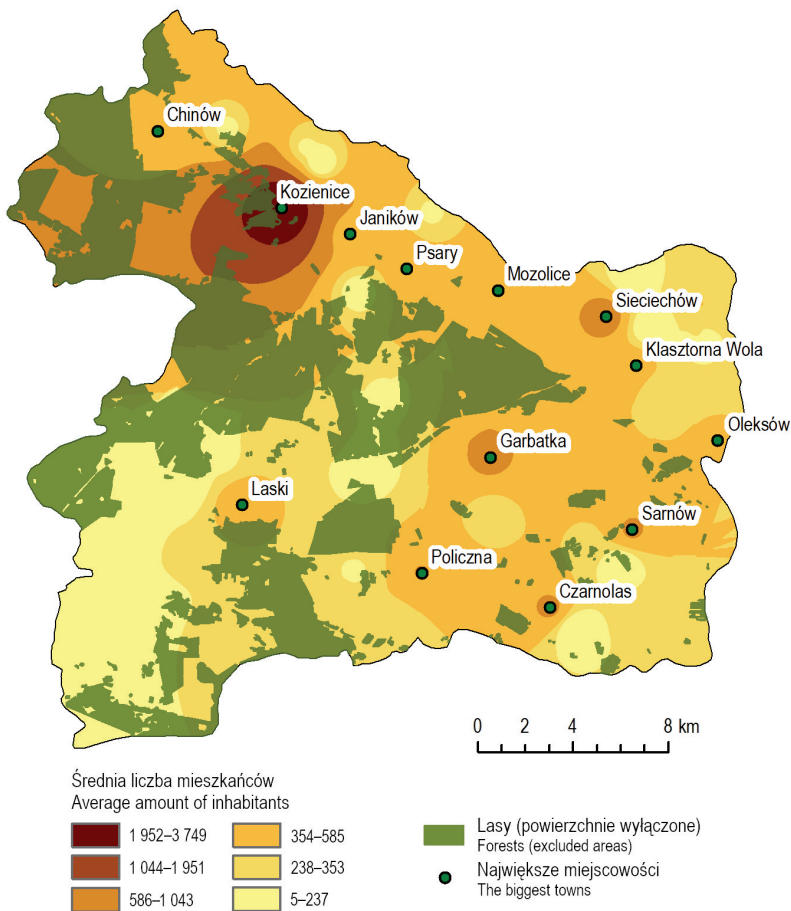
Źródło: opracowanie własne.

Source: author's own elaboration.

Sieć osadnicza na przełomie XIX i XX w.

Osadnictwo na obszarze zlewni Zagożdżonki w XIX w. było już dobrze rozwinięte. Szczególnie obszary położone w północnej i południowo-wschodniej części zlewni były najgęściej zasiedlone i użytkowane rolniczo. Wpływ na to miały głównie żyzne gleby tam występujące i dobrze rozwinięta sieć rzeczna, co gwarantowało dostęp do wody.

Miejscowości o największej liczbie mieszkańców zlokalizowane były w obrębie Doliny Środkowej Wisły w północnej części zlewni. Największe gęstości zaludnienia stwierdzono w okolicach większych miejscowości, takich jak: Kozienice, Sieciechów, Garbatka, Policzna, Czarnolas, Sarnów (ryc. 3). Wyniki przeprowadzonych analiz liczby ludności wskazują, iż średnia gęstość zaludnienia na całym obszarze zlewni wynosiła 27 osób/km².



Ryc. 3. Sieć osadnicza w zlewni Zagożdżonki (stan na lata 1880–1902)

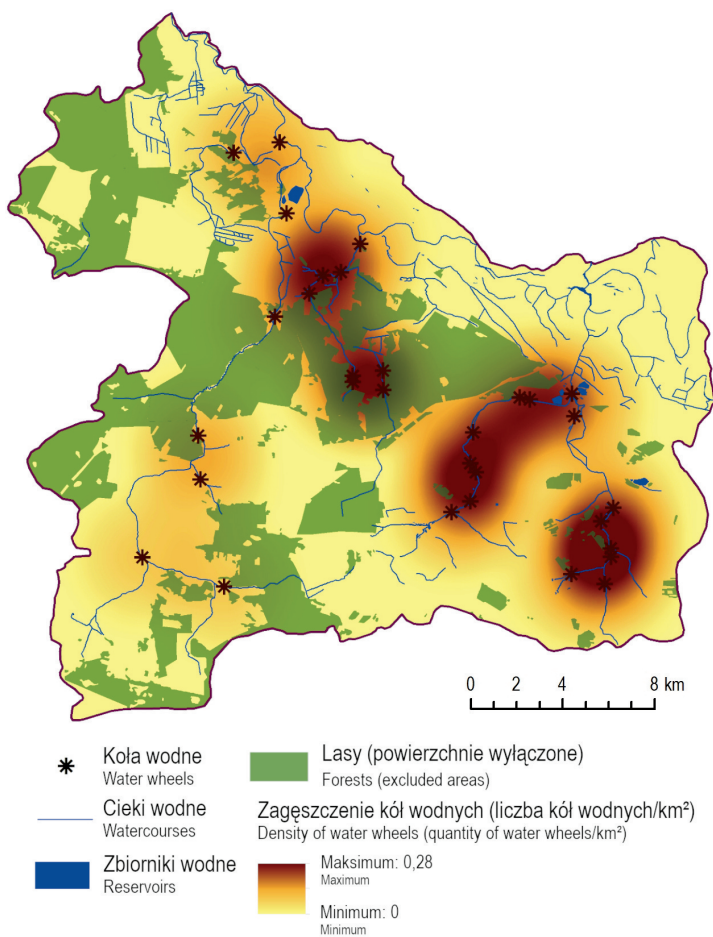
Fig. 3. Settlement network in the Zagożdżonka River basin (as of 1880–1902)

Źródło: opracowanie własne.

Source: author's own elaboration.

Warunki lokalizacji urządzeń wodnych

Szczegółowej analizie wykorzystania energii wód płynących poddano niewielką zlewnię Zwołanki – dopływ Zagożdżonki – gdyż w tej zlewni występowało najwięcej młynów, a urządzenia wodne lokowano w układzie kaskadowym na niewielkich ciekach (ryc. 4). Na tej rzece i jej dopływach funkcjonowało 15 urządzeń wodnych.



Ryc. 4. Zagęszczenie młynów wodnych w zlewni Zagożdżonki na podstawie taktycznej mapy WIG (1937 r.)

Fig. 4. Density of watermills in the Zagożdżonka River basin based on the tactical map of WIG (1937)

Źródło: <http://igrek.amzp.pl> / Source: <http://igrek.amzp.pl>

Największe zagęszczenie urządzeń wodnych występowało na dopływach Zagożdżonki: Zwolance, Strudze Polickiej i Krypiance (ryc. 4). Koła wodne zlokalizowane były tam w systemie kaskadowym i funkcjonowały przy stawach młyńskich. Na tym obszarze powierzchnia poszczególnych stawów młyńskich wynosiła od 0,19 do 9,9 ha, natomiast ich średnia powierzchnia to 1,6 ha. Urządzenia wodne lokalizowane były na ciekach o niewielkim spadku i w niewielkiej odległości od siebie.

Warunki lokalizacji wiatraków

Największe zagęszczenia wiatraków występowały w północnej części zlewni na obszarze Doliny Środkowej Wisły oraz w południowej części (ryc. 5). Najwięcej wiatraków zlokalizowanych było na holocenińskiej terasie zalewowej Wisły (16), 10 wiatraków położonych było na wierzchowinach w pobliżu działu wodnego. Znacznie mniej wiatraków (4) znajdowało się wówczas na zboczach dolin. Rekonstrukcja wykazała, iż po jednym wiatraku znajdowało się: na terasie wyższej (plejstocenińskiej, nadzalewowej terasie Wisły), na wierzchowinie oraz w dolinie (tab. 3). Wykonanie analizy Wind Effect i korelacja z lokalizacją wiatraków wskazują, iż nie widać wyraźnych zależności między wyborem miejsca wybudowania wiatraka a obszarami występowania najsilniejszych wiatrów (ryc. 6). Świadczy to o tym, iż do działania młynów (wiatraków) wystarczały przeciętne warunki wietrzne panujące w regionie, zatem nie było potrzeby wyboru miejsc o największych prędkościach wiatru.

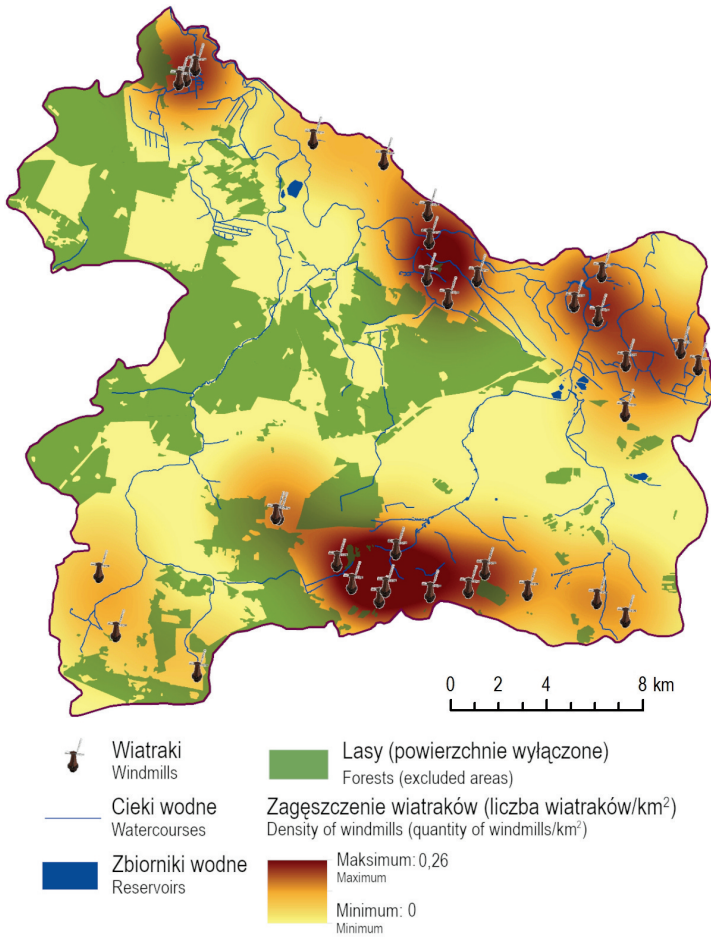
Tab. 3. Położenie na tle form geomorfologicznych

Table 3. Location on the background of geomorphological forms

Położenie geomorfologiczne Geomorphological location	Liczba wiatraków Number of windmills
Zbocze	4
Terasa niższa	16
Terasa wyższa	1
Wierzchowina	10
Szczyt	1
Dolina	1

Źródło: opracowano na podstawie archiwalnych materiałów kartograficznych dostępnych na: <http://igrek.amzp.pl>.

Source: compiled on the basis of archival cartographic materials available at: <http://igrek.amzp.pl>.

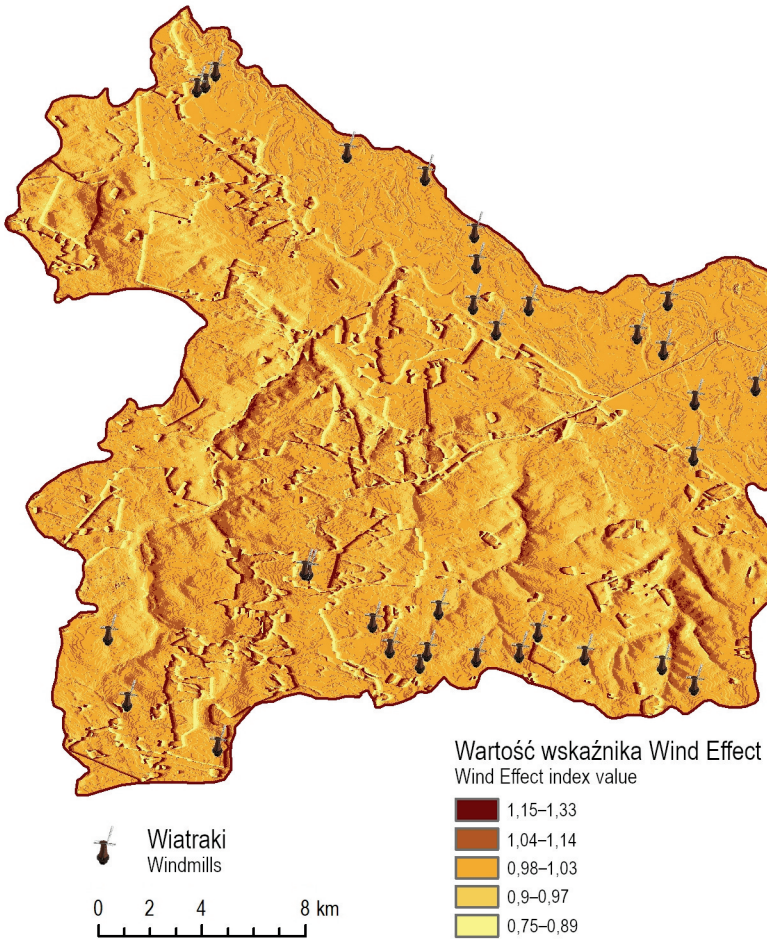


Ryc. 5. Zagęszczenie wiatraków w zlewni Zagożdżonki na podstawie taktycznej mapy WIG (1937 r.)

Fig. 5. Density of windmills in the Zagożdżonka River basin based on the tactical map of WIG (1937)

Źródło: opracowanie własne.

Source: author's own work.



Ryc. 6. Położenie wiatraków na tle modelu potencjału wietrznego (Wind Effect)

Fig. 6. Location of windmills on the background of the wind potential model (Wind Effect)

Źródło: opracowanie własne.

Source: author's own elaboration.

Zmiany zagęszczenia młynów na obszarze zlewni

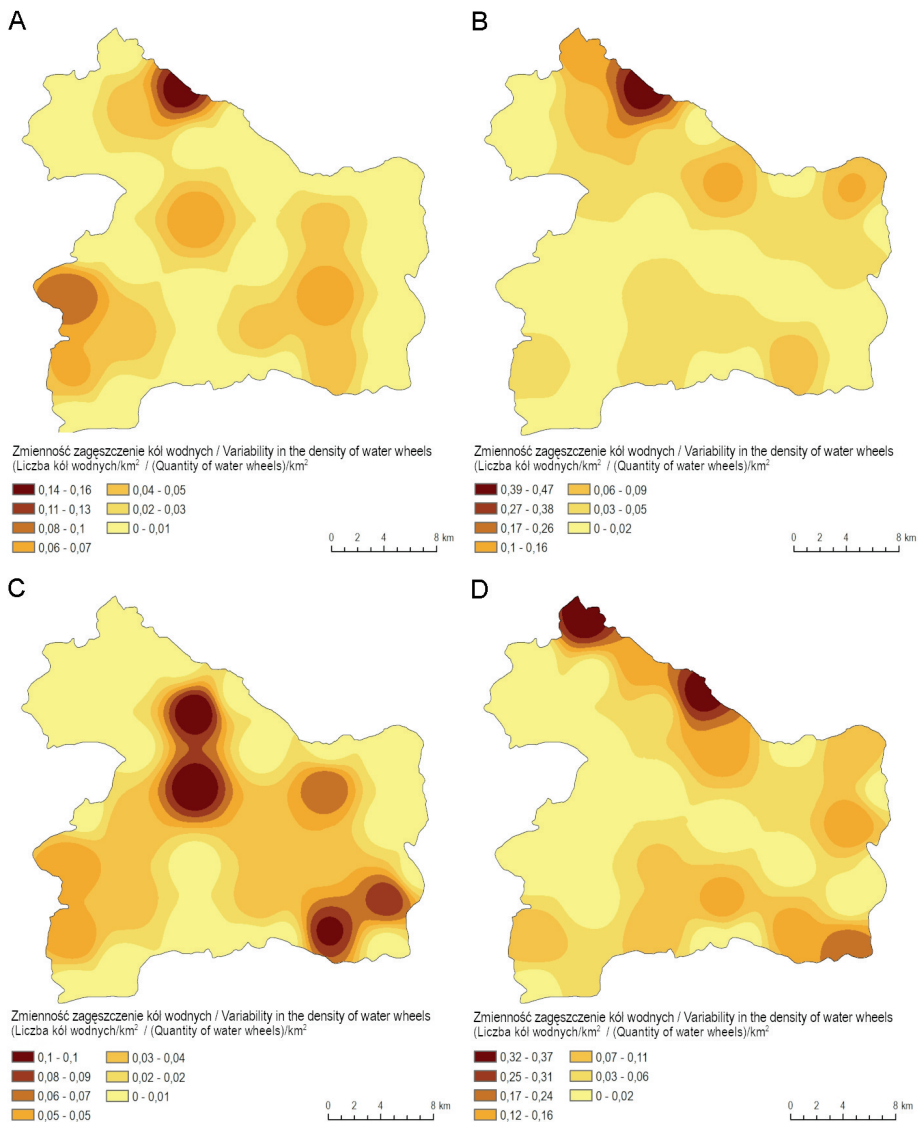
Analizę zmiany gęstości młynów – zarówno wodnych, jak i wiatraków – przeprowadzono, opierając się na obiektach zwektoryzowanych na podstawie historycznych map. Analizy te wykonano w dwóch krokach czasowych. W pierwszym kroku czasowym (1843–1911) największe zmiany w gęstości urządzeń wodnych wykazano w północnej części zlewni – w okolicach Świerży Górnych oraz w południowo-zachodniej części, w okolicach Pionek (ryc. 7A). Największe zmiany w gęstości wiatraków stwierdzono w północnej części zlewni we wsi Piotrkowice oraz w południowej części zlewni, w okolicach Zwoli (ryc. 7B).

W drugim kroku czasowym (1843–1937) największe zmiany gęstości urządzeń wodnych wykazano w okolicach Kozienic oraz w okolicach Zwoli (ryc. 7C). Największe zmiany gęstości wiatraków występują w północnej części zlewni, w obrębie terasy zalewowej Wisły, w okolicach Świerży Górnych. Duże zmiany stwierdzono również w południowej części zlewni w okolicach Zwoli (ryc. 7D).

Dyskusja

Intensywny rozwój sieci młynów wodnych i wiatraków w zlewni Zagożdżonki determinowany był przez brak dostępności innych źródeł energii. Energia wód płynących czy wiatru była stosunkowo łatwo dostępna i powszechnie wykorzystywana. Funkcjonowanie takich obiektów było jednak znacznie uzależnione od warunków atmosferycznych i hydrologicznych, co zauważa również Duma i in. (2020) – na terenach nizinnych funkcjonowało więcej młynów wietrznych, z kolei na obszarach górskich i podgórskich przeważały młyny wodne ze względu na znaczną energię wynikającą z dużych spadków koryta rzeki. Silne wiatry występujące na terenach górzystych mogły również przyczynić się do zniszczenia wiatraków, co nie sprzyjało lokalizowaniu ich w takich regionach.

Rozmieszczenie wiatraków w zlewni Zagożdżonki było nierównomierne i uzależnione od warunków naturalnych i potrzeb gospodarczych. Podobne zależności lokalizacji wiatraków na terenie województwa kujawsko-pomorskiego zauważyli Brykała i in. (2015). Według nich, z powodów ekonomicznych wiatraki stawiane były tylko tam, gdzie nie występowały dogodne warunki do budowy młynów wodnych. Ponadto różne obiekty gospodarcze, takie jak tartaki, nie mogły być umiejscowione w pobliżu wiatraków. Do znaczących przesłanek w wyborze lokalizacji młynów wymienić należy potrzeby lokalnej gospodarki. Sieć młynów intensywnie się rozwijała, czego powodem była zwiększająca się liczba ludności, areal upraw i wydajność pól. Podobne zależności zauważył Związek (2014), analizując sieć młynów w powiecie konińskim. Zwrócił on również uwagę, podobnie jak Kaniecki



Ryc. 7. Zmienność zagęszczenia młynów

Fig. 7. Changes in the density of mill

Objaśnienia: A – urządzenia wodne w latach 1843–1911; B – wiatraki w latach 1843–1911; C – urządzenia wodne w latach 1911–1937; D – wiatraki w latach 1911–1937

Explanation: A – water wheels between 1843 and 1911; B – windmills between 1843 and 1911; C – water wheels between 1911 and 1937; D – windmills between 1911 and 1937

Źródło: opracowanie własne. / *Source:* author's own work.

i Brychcy (2010), na to, że duży wpływ na lokalizację młynów miała władza danego terenu oraz duchowieństwo. Wiek XIX i początek XX w. to czas intensywnego rozwoju młynarstwa oraz wykorzystania energii wód płynących i wiatru. Podobne zależności zauważono w zlewni Skawicy w Beskidach (Franczak, Listwan-Franczak 2019), a także w obszarze północnej Polski (Brykała, Podgórski 2008).

Obecnie w zlewni Zagożdżonki pozostało już niewiele obiektów młyńskich. Jest to wyłącznie zabudowa i infrastruktura pozostająca w ruinie, bądź zostały tylko niewielkie jej fragmenty. Przykładem może być fragment mechanizmu napędowego młyna wodnego w Janusznie (Fotopolska). We wsi Janików zabudowania młyna, który funkcjonował na rzece Krypiance, spłonęły w styczniu 2015 r. (Kozienice24 2021). Do czasów współczesnych pozostało jednak wiele stawów młyńskich, które obecnie pełnią funkcje retencyjne i rekreacyjne, np. staw w Janikowie służący mieszkańcom Kozienic i okolic jako kąpielisko. Również infrastruktura wiatraków uległa już zupełnej degradacji. Wiatraki lokalizowane były głównie na otwartych przestrzeniach, a wokół nich znajdowały się pola uprawne. Z tego powodu niewykorzystywane urządzenia rozbierano – aby ułatwić prowadzenie prac rolnych. Przede wszystkim dlatego wiatraki zupełnie zniknęły z krajobrazu zlewni Zagożdżonki. Podobne tendencje zaniku w krajobrazie infrastruktury młyńskiej (wiatraków) zauważył Kubicki (2012) na obszarze Żuław Wiślanych. W istniejącej jeszcze infrastrukturze (często w ruinie) widoczny jest znaczący potencjał do rozwoju turystyki przemysłowej. Propozycję takiego zagospodarowania istniejących obiektów przedstawił Tomaszewski i Walczak (2017). Potencjał tych obiektów i ich wpływ na krajobraz północnej Polski zauważyli również Brykała i Podgórski (2020).

Podsumowanie

Potencjał energetyczny wód i wiatru w zlewni Zagożdżonki w XIX i XX w. był wykorzystywany do celów gospodarczych. Urządzenia wodne poruszały najczęściej mechanizmy młynów, ale także nielicznych na badanym obszarze tartaków. Wszystkie wiatraki napędzały urządzenia młyńskie. Najwięcej młynów lokowanych było w pobliżu dużych miejscowości, co wynikało z potrzeb gospodarczych obszaru. Wraz z postępującą elektryfikacją obszaru znaczenie naturalnych źródeł energii straciło na znaczeniu. Obecnie na obszarze zlewni infrastruktura młynów uległa zupełnej degradacji.

Literatura

- Antonić O., Legović T, 1999, *Estimating the direction of an unknown air pollution source using a digital elevation model and a sample of deposition*, Ecological Modelling, 124, 85–95. DOI: 10.1016/S0304-3800(99)00149-0.

- Baranowski J.T., 1915, *Wsie holenderskie na ziemiach polskich*, Przegląd Historyczny, 19 (1), 65–82.
- Bartnik A., Bartnik D., 2017, *Rozmieszczenie młynów wodnych na obszarze Łodzi w świetle wykorzystania historycznych źródeł kartograficznych*, Z Dziejów Kartografii, 16, 11–40.
- Biłos Ł., 2016, *Teoretyczny potencjał energii pochodzącej ze stabilnych i przewidywalnych źródeł w województwie opolskim*, Barometr Regionalny. Analizy i Prognozy, 4 (46), 147–153.
- Brykała D., Podgórski Z., 2008, *800 years of watermills' existence on Polish rivers and their role in hydrographical systems' modification*, Proceedings of International Conference “Studying, Modeling and Sense Making of Planet Earth”.
- Brykała D., Podgórski Z., 2020, *Evolution of landscapes influenced by watermills, based on examples from Northern Poland*, Landscape and Urban Planning, 198. DOI: 10.1016/j.LANDURB-PLAN.2020.103798.
- Brykała D., Podgórski Z., Sarnowski Ł., Lamparski P., Kordowski J., 2015, *Wykorzystanie energii wiatru i wody w okresie ostatnich 200 lat na obszarze województwa kujawsko-pomorskiego*, Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego, 29, 9–22.
- Cebryk P., 2015, *Dawne mapy topograficzne Lubelszczyzny jako źródła informacji w badaniach historyczno-geograficznych*, [w:] A. Czerny (red.), *Dawne mapy topograficzne w badaniach geograficzno-historycznych*, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin, 85–102.
- Chrabąszcz M., Kalicki T., Przepióra P., Frączek M., 2017, *Zmiany koryta dolnej i środkowej Wiernej Rzeki od XVIII wieku*, Acta Universitatis Londziensis. Folia Geographica Physica, 16, 5–13. DOI: 10.18778/1427-9711.16.01.
- Duma P., Piekalski J., Latocha A., Pietruszka M., Jaworski K., Mackiewicz M., 2020, *Młyn Dolny w Bystrzycy na Pogórzu Kaczawskim. Zanik młynarstwa tradycyjnego w czasach industrializacji*, Kwartalnik Historii Kultury Materialnej, 68 (4), 555–580. DOI: 10.23858/KHKM68.2020.4.006.
- Franczak P., Listwan-Franczak K., 2019, *Ślady dawnych siłowni wodnych zapisane w rzeźbie terenu i krajobrazie doliny Skawicy*, Aura, 4, 3–7. DOI: 10.15199/2.2019.4.1.
- Graszka O., 2021, *Automatyzacja procesu rozpoznawania i weryfikacji nazw geograficznych ze źródeł historycznych na przykładzie Słownika geograficznego Królestwa Polskiego*, [w:] T. Epsztein (red.), *Od Słownika geograficznego Królestwa Polskiego do map topograficznych Wojskowego Instytutu Geograficznego*, Neriton, Warszawa.
- Instytut Historii im. Tadeusza Manteuffla Polskiej Akademii Nauk, 2021, *Ziemie polskie Korony w drugiej połowie XVI wieku*. Cz. 1: *Mapy, plany*. http://tcin.org.pl/ihpan/Content/233470/PDF/WA303_269223_e-book-cz1_Korona-mapy.pdf (dostęp: 05.09.2021)
- Kaniecki A., Brychcy D., 2010, *Średniowieczne młyny wodne i ich wpływ na przemiany stosunków wodnych na przykładzie zlewni Obry Skwierzyńskiej*, Badania Fizjograficzne. Seria A, 61, 145–156. DOI: 10.2478/v10116-010-0008-y.
- Kondracki J., 2014, *Geografia regionalna Polski*, PWN, Warszawa.
- Kubicki, R., 2012, *Wiatraki na Żuławach w pierwszej połowie XV w.*, Roczniki Dziejów Społecznych i Gospodarczych, 72, 45–72.

- Kultys K., 2018, *Zmiany powierzchni mokradeł na obszarze gminy Kozienice w świetle materiałów archiwalnych*, [w:] A. Bobryk, M. Jasińska, M. Karczewska-Czapska, A. Prusińska, J. Sosnowski (red.), *Kierunki badawczo-rozwojowe młodych*, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Siedlce, 259–264.
- Kultys K., 2021, *Identyfikacja przekształceń hydrologicznych i zdarzeń ekstremalnych oraz reakcji na nie drobnych zbiorników śródpolnych w świetle badań osadów Stawu Ołędzkiego w dolinie środkowej Wisły*, *Acta Geographica Lodziensia*, 111, 19–33. DOI: 10.26485/AGL/2021/111/2.
- Kultys K., Ziewiec J., 2020, *Zmiany sieci wód powierzchniowych zlewni Zagożdżonki i ich gospodarczego wykorzystania w świetle materiałów archiwalnych*, [w:] D. Wrzesiński, R. Graf, A. Perz, K. Plewa (red.), *Naturalne i antropogeniczne zmiany obiegu wody. Współczesne problemy i kierunki badań*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 57–68.
- Kuna J., 2014, *Zmiany znaków na XX-wiecznych mapach topograficznych w skali 1:100 000*, *Polski Przegląd Kartograficzny*, 46 (1), 47–61.
- Majchrowska A., Papińska E., 2021, *Wzniesienia Południowomazowieckie (318.8)*, [w:] R. Richling, J. Solon, A. Macias, J. Balon, J. Borzyszkowski, M. Kistowski (red.), *Regionalna geografia fizyczna Polski*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 298–307.
- Nita J., Myga-Piątek U., 2012, *Rola GIS w ocenie historycznych opracowań kartograficznych na przykładzie Wyżyny Częstochowskiej*, *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 16, 116–135.
- Norwisz J., Musielak T., Boryczko B., 2006, *Odnawialne źródła energii – polskie definicje i standardy*, *Rynek Energii*, 1, 1–15.
- Panecki T., 2015, *Porównanie zakresu i metod ujęcia treści na mapach topograficznych ziem zaboru rosyjskiego z przełomu XIX i XX wieku*, *Polski Przegląd Kartograficzny*, 47 (1), 47–65.
- Prarat M., Brykała D., 2018, *Rekonstrukcja rozmieszczenia młynów wodnych na Drwęcy i pomorskim odcinku Wisły w pierwszej połowie XIX w.*, *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 40 (2), 71–89.
- Rybczyński M., 1931, *Rozmieszczenie zakładów wodnych w województwie kieleckim*, *Sprawozdania i Prace Polskiego Komitetu Energetycznego*, 5, 17–20.
- Sulimierski F., Chlebowski B., Walewski W., 1884, *Słownik geograficzny Królestwa Polskiego i innych krajów słowiańskich*, t. 5(59), Warszawa.
- Szyber I., 2018, *Biogaz – produkcja i zagospodarowanie*, [w:] A. Bobryk, M. Jasińska, M. Karczewska-Czapska, A. Prusińska, J. Sosnowski (red.), *Kierunki badawczo-rozwojowe młodych*, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Siedlce, 259–264.
- Szumacher I., Matuszkiewicz J.M., Gerlée A., Majchrowska A., Papińska E., Sosnowska A., 2021, *Nizina Środkowomazowiecka (318.7)*, [w:] R. Richling, J. Solon, A. Macias, J. Balon, J. Borzyszkowski, M. Kistowski (red.), *Regionalna geografia fizyczna Polski*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 286–297.
- Tomaszewski F., Walczak B.M., 2017, *Młyny w gminie Uniejów – zarys problematyki historyczno-konserwatorskiej*, *Biuletyn Uniejowski*, 6, 5–23. DOI: 10.18778/2299-8403.06.01.
- Witkowski K., Witkowski M., 2018, *The impact of watermills on changes in the hydrographic network in the Carpathian Foothills in Poland*, *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 13(2), 605–611. DOI: 10.26471/cjees/2018/013/051.

- Wójcik N., 2016, *Wybrane przykłady pozyskiwania energii z alternatywnych źródeł jako sposób ograniczania szkodliwości współczesnej działalności*, [w:] R. Jadczyk, S. Stawiana (red.), *Wyzwania współczesnej logistyki*, Katedra Badań Operacyjnych Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, 108–114.
- Wyszowska I., Zakrzewska P., 2009, *Szlak Wiatraczny w Wielkopolsce jako propozycja turystyki kulturowej obiektów przemysłowych i technicznych*, *Turystyka Kulturowa*, 11, 19–31.
- Zawadzka-Pawlewska U., Tsermegas I., 2017, *Wpływ osadnictwa olęderskiego na morfologię nadwiślańskich obszarów zalewowych na przykładzie Kępy Kiełpińskiej*, *Landform Analysis*, 33, 49–56. DOI: 10.12657/landfana-033-006.
- Zayats I., 2015, *The history of mills in Russia in the context of architectural traditions*, *Procedia Engineering*, 117, 696–705. DOI: 10.1016/j.proeng.2015.08.235.
- Związek T., 2014, *Kształtowanie sieci młynów wodnych na przykładzie powiatu konińskiego (ok. 1300–1550)*, *Studia Geohistorica*, 2, 118–142. DOI: 10.12775/SG.2014.09.

Strony internetowe:

- Earth Explorer, 2019, <https://earthexplorer.usgs.gov/> (dostęp: 30.12.2019).
- Fotopolska, https://warszawa.fotopolska.eu/Januszno/b101481,Mlyn_wodny.html?f=415907-foto (dostęp: 05.09.2021).
- Geoportal krajowy, <https://mapy.geoportal.gov.pl> (dostęp: 10.09.2021).
- GUS, Raport – Energia 2021, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/> (dostęp: 24.11.2021).
- Institut Energetyki Odnawialnej, 2018, <https://www.ieo.pl/pl/aktualnosci/1305-projekty-wiatrowe-w-polsce-2018> (dostęp: 10.09.2021).
- Kozienice24, 2021, http://www.kozienice24.pl/nawosci,top,1,1,_video_splonal_mlyn_gospodarczy_1770.html (dostęp: 12.11.2021).
- Mapa topograficzna wczytana w postaci WMS, Geoportal krajowy, <https://mapy.geoportal.gov.pl> (dostęp: 10.09.2021).
- Mapster, <http://igrek.amzp.pl> (dostęp: 28.12.2019).
- Słownik geograficzny Królestwa Polskiego i innych krajów słowiańskich*, http://dir.icm.edu.pl/pl/Sownik_geograficzny/ (dostęp: 05.09.2021).
- Weather Online Ltd. – Meteorological Services, <https://www.weatheronline.pl/> (dostęp: 10.09.2021).

Kamil Kultys, Kamil Misztal
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej
Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej
Instytut Nauk o Ziemi i Środowisku
al. Kraśnicka 2d, 20-718 Lublin
kamil.kultys@mail.umcs.pl
ORCID: 0000-0002-2412-0846
kamil.misztal@mail.umcs.pl
ORCID: 0000-0003-3524-5430

Maria Stadnicka
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej
Wydział Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej
Instytut Geografii Społeczno-Ekonomicznej
i Gospodarki Przestrzennej
al. Kraśnicka 2d, 20-718 Lublin
maria.kuzma@mail.umcs.pl
ORCID: 0000-0002-6166-480X

