



Authors' contribution/
Wkład autorów:
A. Zaplanowanie badań/
Study design
B. Zebranie danych/
Data collection
C. Analiza statystyczna/
Statistical analysis
D. Interpretacja danych/
Data interpretation
E. Przygotowanie tekstu/
Manuscript preparation
F. Opracowanie
piśmiennictwa/
Literature search
G. Pozyskanie funduszy/
Funds collection

**THE CHANGE IN THE ECONOMIC USE OF THE RIVER VALLEY AREA
OF THE KRZNA AS A RESULT OF RIVERBED REGULATION**

**ZMIANA GOSPODARCZEGO UŻYTKOWANIA TERENU W DOLINIE KRZNY
NA TLE REGULACJI JEJ KORYTA**

Łukasz Zbucki^{1(A,C,D,E,G)}, Tomasz Bujalski^{1(B,C,D,E,F)}

¹Pope John Paul II State School of Higher Education in Biała Podlaska
Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej

Zbucki, Ł., Bujalski, T. (2018). The change in the economic use of the river valley area of the Krzna as a result of riverbed regulation/ Zmiana gospodarczego użytkowania terenu w Dolinie Krzny na tle regulacji jej koryta, *Economic and Regional Studies*, 11(4), 130-137. <https://doi.org/10.2478/ers-2018-0041>

ORIGINAL ARTICLE

JEL code: Q15

Submitted:
December 2018

Accepted:
December 2018

Tables: 1
Figures: 2
References: 25

ORYGINALNY ARTYKUŁ
NAUKOWY

Klasyfikacja JEL: Q15

Zgłoszony:
grudzień 2018

Zaakceptowany:
grudzień 2018

Tabele: 1
Rysunki: 2
Literatura: 25

Summary

Subject and purpose of work: This article identifies changes in the economic use of the river valley area of the Krzna, which occurred as a consequence of the regulation of its bed from the Klukówka estuary to the estuary of the Krzna to the Bug.

Materials and methods: The analysis was carried out on the basis of cartographic maps and aerial photographs, as well as statistical analyses for the period 1931-2015.

Results: The study confirmed the changes in the economic use of the valley of the Krzna River for the agricultural exploitation of the area and increasing crop yields. The biggest changes encompassed wetlands and swamps, mainly in favour of grasslands, whose area increased by 566%, to 2475.7 ha.

Conclusions: The regulatory work carried out resulted in an increase in arable land, forests and areas for development, as well as in the reduction of water surface area from 251.94 ha in 1931 to 57.28 ha in 2015.

Keywords: the Krzna, river regulation, economic use of river valley area

Streszczenie

Przedmiot i cel pracy: W niniejszym artykule określono zmiany gospodarczego użytkowania terenu w dolinie rzeki Krzny, które nastąpiły pod wpływem regulacji jej koryta od ujścia Klukówki do ujścia rzeki do Buga.

Materiały i metody: Analizy dokonano na podstawie map kartograficznych i zdjęć lotniczych oraz analiz statystycznych dla okresu 1931-2015.

Wyniki: Przeprowadzone badania potwierdziły zmiany gospodarczego użytkowania terenu w dolinie rzeki Krzny na rolnicze wykorzystanie terenu i zwiększenie plonów. Największe zmiany objęły tereny podmokłe i bagienne głównie na rzecz użytków zielonych, których powierzchnia wzrosła o 566% do 2475,7 ha.

Wnioski: Przeprowadzane prace regulacyjne spowodowały wzrost pól uprawnych, lasów i pojawienie się terenów pod zabudowę oraz zmniejszenie powierzchni lustra wody z 251,94 ha w 1931 roku do 57,28 ha w 2015 roku.

Słowa kluczowe: Krzna, regulacja rzeki, gospodarcze użytkowanie terenu

Address for correspondence/ Adres korespondencyjny: dr Łukasz Zbucki (ORCID 0000-0001-8426-6479), Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej, Wydział Nauk Ekonomicznych i Technicznych, ul. Sidorowska 95/97, 21-500 Biała Podlaska, Poland; phone: +48 83 344-99-05; e-mail: zbuckilukasz@op.pl

Journal indexed in/ Czasopismo indeksowane w: AgEcon Search, AGRO, BazEkon, Index Copernicus Journal Master List, ICV 2017: 100,00; Polish Ministry of Science and Higher Education 2016: 9 points/ AgEcon Search, AGRO, BazEkon, Index Copernicus Journal Master List ICV 2017: 100,00; Ministerstwie Nauki i Szkolnictwa Wyższego 2016: 9 punktów. **Copyright:** © 2018 Pope John Paul II State School of Higher Education in Biała Podlaska, Łukasz Zbucki, Tomasz Bujalski. All articles are distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), allowing third parties to copy and redistribute the material in any medium or format and to remix, transform, and build upon the material, provided the original work is properly cited and states its license.

Introduction

The first recorded testimony of waterworks comes from 3200 BC, during the reign of the Egyptian king Scorpion and the Code of Hammurabi (1750 BC), which defined the principles of using water for irrigation and consumption, is believed to be the first water law (Ciepielowski, 1999). Along with the development of civilization, new and increasingly complex water-management systems were implemented. Great hydraulic engineering programmes, which were implemented across Europe, were carried out in various climatic, economic and social conditions. The turn of the 18th and 19th century is the twilight of a small ice age, characterized by high, irregular rainfalls and low temperatures. In Central Europe, catastrophic floods occurred every few years. In 1813, there occurred the largest flood recorded on the entire northern hemisphere. In the 19th century in Poland, blockage floods were particularly devastating. Reduced evaporation and slightly higher amounts of rainfall made it so that arable areas, not only in valleys but also on plateaus, were bogged down (Plit, 2008).

The change of climatic conditions was the cause of the scourge of crop failure in many places. The 19th century in Poland was a period of intense natural increase, in the second half of the century it remained above 40 ‰ (Wielka Historia Polski, 2000). The rapid increase in the population (resulting in a greater demand for food) and climate changes caused famine. New arable areas which, up to this point, were excluded from agricultural use, were being sought. Efforts were also made to protect the inhabitants and river valleys from floods by building flood embankments and carrying out works aimed at clearing riverbeds. In addition, shrubs and trees were removed to accelerate the current and hinder the formation of clogs. At the bottoms of valleys useful for agricultural cultivation, drainage and land improvement works on wet dwelling places were carried out. The hydrographic network was also adapted to the needs of water transport by straightening out riverbeds, eliminating shallows and islands, cutting off side riverbeds and directing a river's current into a single bed. Channels connecting river basis were also built (Plit, 2008). In Poland, approximately 4.5 million hectares of arable land and approximately 2 million hectares of grasslands were subjected to land improvement works (Somorowski, 1993).

Rivers perform many functions and have a diverse significance. The economic function of rivers is distinguished most often (Żelazo, 2009). The economic function includes primarily the consumption of drinking water, the use of energy to power water machines, building hydroelectric power plants, its tourist attractiveness (including the regeneration of physical and mental vigour, engaging in various types of hobbies and learning about the world), the creation of specific transport corridors (Kaluski, 2010). In addition to the economic function, rivers and valleys are of importance to the nature because they perform the function of an ecological

Wstęp

Pierwsze zarejestrowane świadectwo prac wodnych pochodzi z roku 3200 p.n.e. za panowania króla egipskiego Skorpiona, a za pierwsze prawo wodne uważa się kodeks Hammurabiego (1750 r.p.n.e.), w którym określono zasady korzystania z wody do nawodnień i konsumpcji (Ciepielowski, 1999). Wraz z rozwojem cywilizacyjnym realizowano nowe i bardziej skomplikowane systemy wodnogospodarcze. Wielkie programy hydrotechniczne, które realizowane były w Europie, przeprowadzano w różnych warunkach klimatycznych, gospodarczych i społecznych. Przełom wieku XVIII i XIX to schyłkowe lata małej epoki lodowcowej, która charakteryzowała się wysokimi nieregularnymi opadami i niskimi temperaturami. W Europie Środkowej co kilka lat występowały katastrofalne powodzie. W 1813 roku miała miejsce największa powódź, którą odnotowano na całej półkuli północnej. W XIX w. na ziemiach polskich szczególnie niszczycielski charakter miały powodzie zatorowe. Zmniejszone parowanie oraz nieco wyższe sumy opadów spowodowały, że zabagnieniu uległy użytki rolne nie tylko w dolinach, ale także na płaskowyżach (Plit, 2008).

Zmiana warunków klimatycznych w wielu miejscach była przyczyną występowania klęski nieurodzaju. Wiek XIX na ziemiach polskich to okres intensywnego przyrostu naturalnego, w drugiej połowie wieku utrzymywał się na poziomie powyżej 40 ‰ (Wielka Historia Polski, 2000). Szybki wzrost liczby ludności (niosący za sobą większe zapotrzebowanie na żywność) i zmiany klimatyczne, spowodowały głód. Zaczęto poszukiwać nowych terenów pod uprawy, które były do tej pory wyłączone z użytkowania rolniczego. Podjęto również działania mające na celu ochronę mieszkańców i dolin rzecznych przed powodzią poprzez budowanie wałów przeciwpowodziowych i prace mające na celu udrożnienie koryt. Ponadto usuwano roślinność krzewiastą i drzewiastą w celu przyspieszenia nurtu i utrudnianiu powstawania zatorów. W dnach dolin przydatnych pod uprawę rolniczą, prowadzono drenaż i melioracje wilgotnych siedlisk. Przystosowywano również sieć hydrograficzną dla potrzeb transportu wodnego poprzez wyprostowywanie koryt rzecznych, likwidowanie mieelizn i wysp, odcinanie koryt bocznych i prowadzenie nurtu rzeki w jedno koryto. Wybudowano również kanały łączące dorzecza (Plit, 2008). W Polsce melioracją objęto około 4,5 mln ha gruntów ornych i około 2 mln ha użytków zielonych (Somorowski, 1993).

Rzeki pełnią wiele funkcji i mają różnorodne znaczenie. Najczęściej wyróżnia się funkcję gospodarczą rzek (Żelazo, 2009). Do funkcji gospodarczej zalicza się przede wszystkim pobór wody pitnej, wykorzystanie energii do napędzania maszyn wodnych, budowanie hydroelektrowni, atrakcyjność turystyczną (m.in. regeneracja sił fizycznych i psychicznych, uprawianie różnego rodzaju hobby oraz poznawanie świata), tworzenie się specyficznych korytarzy transportowych (Kaluski, 2010). Oprócz funkcji gospodarczej, rzeki z dolinami mają znaczenie przyrodnicze, ponieważ pełnią funkcje korytarza ekologicznego, po-

corridor, have substantial aesthetic and landscape values, as well as diverse abiotic conditions in terms of the occurrence of numerous species of animals and plants (Ogłęcki, 2006, Żelazo, 2009).

In Poland, the regulation of riverbeds was started as early as in the 12th century, it was used on a slightly wider scale in the 14th and 15th centuries, and popularized only at the end of the 18th century (Lipiński 2006). Large-scale regulation works on riverbeds in Poland, aimed at making rivers navigable, began only in the 19th century (Szuba, 2012). The need to drain river valleys resulted from the disturbance of the hydrological cycle and the rise of water levels due to climate changes and deforestation (Hildebrandt-Radke, Przybycin, 2011). Regulatory works on a river often give impetus for the regular deepening of the riverbed at sections with a larger slope, and at sections with a reduced slope, ones designed to shallow the riverbed (Łajczak, 2006). The result is an acceleration in the inflow of riverbed waters and, in the case of a river embankment, an increased amplitude of fluctuations in water levels. The self-cleaning capacity of water in a river with an increased flow speed is reduced. At those sections of a river where a rapid deepening of the riverbed is present, the risk of flooding may be reduced. The risk of flooding on regulated rivers may be checked effectively checked if they are equipped with larger dam reservoirs that perform a flood protection function (Łajczak, 2006).

The regulation of rivers means planning for the construction of various types of technical structures and various types of measures, with the help of which, the achievement of the intended purpose of regulation is expected. The main goal is to increase the usefulness of watercourses for the widespread use of water and to prevent the damage caused by flowing waters (Hachoł, Bondar-Nowakowska, 2017).

The main purpose of the study is to determine the changes in the economic use of the terrain in the valley of the Krzna River, which occurred as a consequence of regulating its bed. The analysis of the impact of regulation was carried out at the section from the Klukówka estuary to the estuary of the Krzna to the Bug in the years 1931-2015, by conducting an analysis of cartographic and remote sensing materials. Such analyses are commonly used, for example, in the assessment of changes in land use (Pietrzak, Siwek, 2000, Kycko, 2011, Zbucki, Konopko, 2018).

Research materials and methods

The analysis of the impact of the Krzna River's regulation on the economic use of the area in its valley was made on the basis of the Tactical Map of Poland from 1931, the sheets: Brześć nad Bugiem, Biała Podlaska and a contemporary map created on the basis of aerial photographs from 2015.

The area where river sediments were present according to the Detailed Geological Map of Poland, sheets Terespol (2007), Rokitno (2007), Biała Podlaska (2008), was adopted as the border of the valley of Krzna.

siadają duże walory estetyczne i krajobrazowe oraz zróżnicowane warunki abiotyczne pod względem występowania licznych gatunków zwierząt i roślin (Ogłęcki, 2006, Żelazo, 2009).

W Polsce regulację koryt rzecznych rozpoczęto już w XII w., nieco powszechniej stosowano ją w XIV i XV w., a zwiększono dopiero pod koniec XVIII w. (Lipiński 2006). Prace regulacyjne koryt rzecznych w Polsce na dużą skalę rozpoczęto dopiero w XIX w. dążąc do uzyskania żeglowności rzeki (Szuba, 2012). Potrzeba odwadniania dolin rzecznych wynikała z zakłóceń cyklu hydrologicznego i podniesienia się poziomu wody na skutek zmian klimatycznych oraz wycinania lasów (Hildebrandt-Radke, Przybycin, 2011). Prace regulacyjne rzeki dają często impuls do regularnego pogłębiania koryta na odcinkach o większym spadku, a na odcinkach o zmniejszonym spadku doprowadzanie do wypłymania koryta (Łajczak, 2006). Skutkiem tego jest przyspieszenie spływu wód korytowych, a w przypadku obwałowania rzeki zwiększona amplituda wahań poziomu wody. Zdolność do samooczyszczania się wody w rzece o zwiększonej prędkości przepływu zmniejsza się. Na odcinkach rzeki, gdzie następuje szybkie pogłębienie się koryta, zagrożenie powodziowe może ulec zmniejszeniu. Sytuacja powodziowa na uregulowanych rzekach może podlegać efektywnemu sprawdzeniu, jeżeli znajdują się na nich większe zbiorniki zaporowe, które pełnią funkcję przeciwpowodziową (Łajczak, 2006).

Regulacja rzek to planowanie wykonania różnego rodzaju budowli technicznych i różnego rodzaju zabiegów, przy pomocy których przewiduje się osiągnięcie zamierzonego celu regulacji. Głównym celem jest zwiększenie użyteczności cieków do powszechnego wykorzystania wody oraz powstrzymanie szkód, wywołanych wodami płynącymi (Hachoł, Bondar-Nowakowska, 2017).

Głównym celem badań jest określenie zmian gospodarczego użytkowania terenu w dolinie rzeki Krzny, które nastąpiły pod wpływem regulacji jej koryta. Analizę wpływu regulacji przeprowadzono na odcinku od ujścia Klukówki do ujścia Krzny do Bugu w latach 1931-2015, wykorzystując analizę materiałów kartograficznych i teledetekcyjnych. Analizy tego typu są powszechnie stosowane np. przy ocenie zmian użytkowania ziemi (Pietrzak, Siwek, 2000; Kycko, 2011; Zbucki, Konopko, 2018).

Materiał i metody badań

Analizę wpływu regulacji rzeki Krzny na gospodarcze użytkowanie terenu w jej dolinie wykonano na podstawie Mapy Taktycznej Polski z 1931 roku, arkuszy: Brześć nad Bugiem, Biała Podlaska oraz mapy współczesnej stworzonej na podstawie zdjęć lotniczych z 2015 roku.

Za granicę doliny Krzyny przyjęto obszar występowania osadów rzecznych według Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, arkusze: Terespol (2007), Rokitno (2007), Biała Podlaska (2008).

In order to standardize the data and to examine it, the QGIS software version 2.18.3 was used, in which a calibration was performed, which consisted of equipping the aerial photographs and the map with georeferencing, while at the same time removing the geometrical distortions of the halftone. The way to equip the destination data with a halftone's georeference was to assign x, y coordinates to them which connect positions with destination data from a modern map. For each halftone, a minimum of 4 checkpoints were entered, whose x and y values were read from the Geoportal (www.geoportal.gov.pl) in order to precisely match it to the map. Having completed the registration of maps and aerial photographs, screen vectorization was carried out. This was done based on a visual interpretation which included: setting out the Krzna River valley, the border of grasslands, forested and wooded areas, arable fields, wetlands and swamps. The drawn maps were saved in the form of vector information layers, which allowed for a statistical analysis to be conducted in the statistics module of the QGIS software, which was then carried out in more depth in Excel.

Characteristics of the Krzna

Krzna is the largest left-hand tributary of the Bug, flowing into the latter in the vicinity of Neple. Its length amounts to approx. 120 km, and its basin area equals 3353.2 km². It is a typical lowland river, it starts its course at the South Podlasie Lowland, south of Łuków. Two streams, the Northern Krzna (38.5 km) and the Southern Krzna (67.5 km), which runs through Łuków, flow parallel to each other to connect with one another in Międzyrzec Podlaski.

From the south, the Krzna drains waters from Polesie Lubelskie and from the north, from Podlasie. Left-hand tributaries (from Podlasie) are quite small: Krzywula (approx. 25 km) and Klukówka (approx.

W celu ujednoczenia danych oraz ich opracowania wykorzystano program QGIS wersja 2.18.3, w którym dokonano kalibracji polegającej na nadaniu zdjęciom lotniczym i mapie georeferencji, z jednoczesnym usunięciem zniekształceń geometrycznych rastra. Sposobem nadania geoodniesienia rastra w miejsce docelowych danych było nadanie im współrzędnych x, y, które łączą pozycje z danymi docelowymi z współczesnej mapy. Dla każdego z rastra wprowadzono minimum 4 punkty kontrolne, których wartości x i y zostały odczytane z Geoportalu (www.geoportal.gov.pl), w celu dokładnego dopasowania do mapy. Po zakończeniu rejestracji map i zdjęć lotniczych wykonano wektoryzację ekranową. Na podstawie interpretacji wizualnej obejmującą: wyznaczenie doliny rzeki Krzny, granicę użytków zielonych, użytków leśnych i terenów zadrzewionych, pól uprawnych, terenów podmokłych oraz bagien. Wykonane mapy zostały zapisane w postaci wektorowych warstw informacyjnych, które pozwoliły na przeprowadzenie analizy statystycznej, dokonanej w module statystyk programu QGIS a następnie pogłębionej w Excelu.

Charakterystyka Krzny

Krzna jest największym lewostronnym dopływem Bugu, do którego uchodzi w okolicach Nepli. Jej długość wynosi ok. 120 km, a powierzchnia dorzecza 3353,2 km². Jest rzeką typowo nizinną, swój bieg rozpoczyna na Nizinie Południowopodlaskiej na południe od Łukowa. Dwie strugi, Krzna Północna (38,5 km) i przebiegająca przez Łuków Krzna Południowa (67,5 km), płyną równoległe do siebie, by połączyć się ze sobą w Międzyrzeczu Podlaskim.

Krzna od południa odprowadza wody z Polesia Lubelskiego, natomiast z północy z Podlasia. Dopływy lewostronne (z Podlasia) są nieduże: Krzywula (ok. 25 km) i Klukówka (ok. 34 km), której przepływ

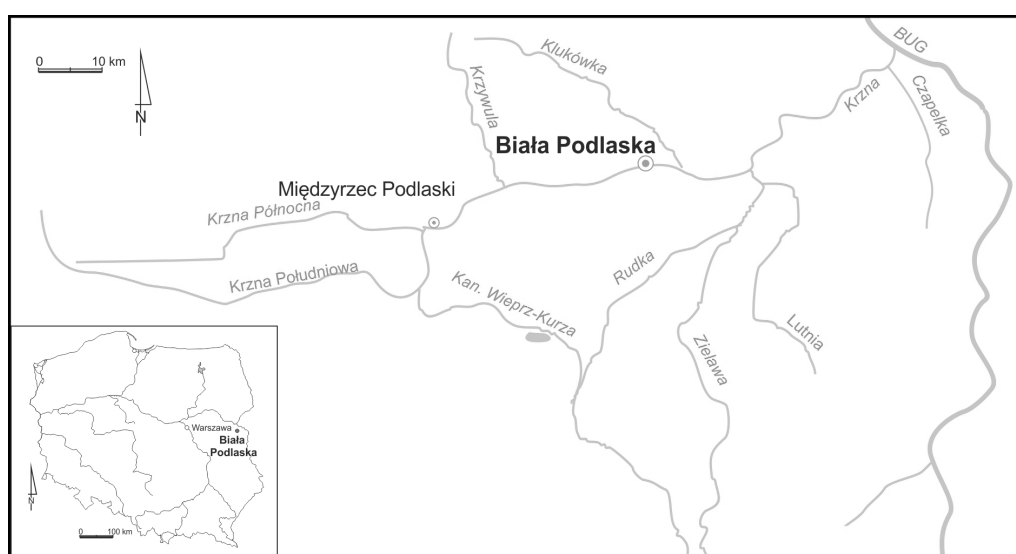


Figure 1. The Krzna's hydrographic network

Rysunek 1. Sieć hydrograficzna Krzny

Source: Authors' own work based on www.geoportal.gov.pl.

Źródło: opracowanie własne na podstawie www.geoportal.gov.pl

34 km), whose average flow amounts to 1 m³/s of water. Right-hand tributaries are more extensive: Dziegciarka, Rudka (approx. 27.5 km), Czapelka (approx. 34 km) and Zielawa (approx. 68 km), which is the largest tributary of the Krzna (Figure 1). The surface of the Zielawa river basin equals 1226 km², it flows into the Krzna near the village of Woskrzenice Duże, carrying approx. 4 m³/s of water (estimated flow).

The water catchment of the Krzna River is made up of lowland areas with an irregular terrain. The river's longitudinal slopes amount to 0.6‰ at the estuary section and 0.23‰ at the middle one (Dec 1985). A water gauge is installed 7.7 km from the estuary of Malowa Góra, its readings range from 96 to 424 cm. The average flow on this water gauge equals 10.5 m³/s (Uziak, Turski, 2008). The highest water levels occur most frequently during spring meltwater inflows, whereas the lowest ones occur in the autumn.

The first regulatory works on the Krzna were conducted in the 1930s, but they intensified after World War II. The Southern Krzna (1948-1968) and the Northern Krzna (1945-1965) were regulated at their entire lengths. Land improvement measures on the Krzna River have intensified since 1963 (Pasnikowski, Ziębowski, 1975).

The riverbed was not regulated at the estuary section from Neple to Malowa Góra (0.00-8.55 km). The width of the river bed bottom equalled 25-30 m, while the depth amounted to 1.5-2.5 m. The average longitudinal slope totalled 0.6 ‰. During heavy rainfall and thawing, water spills out of the riverbed, flooding almost the entire valley. The Bug river, whose eddies go back as far as to Malowa Góra, has a big influence on such fluctuations of water levels. Elevated water levels last from 10 to 30 days. This is caused by the slow rise and fall of the Bug's waters (Pasnikowski, Ziębowski, 1975).

The regulation of the Krzna, from which the current state of the river along with its valley results, was carried out from Malowa Góra (8.55 km) to Miedzyrzec Podlaski (68.65 km). In 1961, the Krzna river draws water from the Wieprz-Krzna Canal, whereas water and drainage investments have only intensified since 1963. The river was of sufficient depth to effectively drain water away from the valley. The high water levels fitted into the riverbed without causing much flooding. The width of the bottom at the section from 8.55 to -26.50 km equalled 20 m, and 14 m at the section between 26.5 and 68.65 km, while the depth amounted to 1.8-2.8 m (Pasnikowski, Ziębowski, 1975). The main goal of the regulatory measures carried out was to straighten the riverbed along with the network of drainage ditches. The result of the executed land improvement works was to be the increase of the cultivation and agricultural production areas, which was, for example, the effect of constructing the Wieprz-Krzna Canal (Ciepielowski, 1999).

średnio wynosi 1 m³/s wody. Prawostronny dopływ jest bardziej rozbudowany: Dziegciarka, Rudka (ok. 27,5 km), Czapelka (ok. 34 km) i Zielawa (ok. 68 km), która jest największym dopływem Krzny (rysunek 1). Powierzchnia dorzecza Zielawy wynosi 1226 km², wpada ona do Krzny w pobliżu miejscowości Woskrzenice Duże niosąc ok. 4 m³/s wody (przepływ szacunkowy).

Zlewnia Krzny ma charakter nizinny o zmiennym ukształtowaniu terenu. Spadki podłużne rzeki na odcinku ujściowym wynoszą 0,6‰ a w środkowym 0,23‰ (Dec 1985). W odległości 7,7 km od ujścia w Malowej Górze zainstalowany jest wodowskaz, jego stany wynoszą od 96 do 424 cm. Średni przepływ na tym wodowskazu wynosi 10,5 m³/s (Uziak, Turski, 2008). Maksymalne stany wody występują najczęściej w okresach wiosennych spływów wód roztopowych, natomiast minimalne jesienią.

Pierwsze prace regulacyjne na Krznie rozpoczęto w latach 30-tych XX w., jednak ich nasilenie nastąpiło po II wojnie światowej. Krzna Południowa (1948-1968) i Północna (1945-1965) były regulowane na całej długości. Początki melioracji wodnych na samej rzece Krznie nasiliły się od roku 1963 (Paśnikowski, Ziębowski, 1975).

W odcinku ujściowym od Nepli do Malowej Góry koryto rzeki nie było regulowane (0,00-8,55 km). Szerokość dna koryta rzeki wynosiła 25-30 m, natomiast głębokość 1,5-2,5 m. Spadek podłużny średni wynosił 0,6‰. Woda podczas wielkich opadów atmosferycznych i roztopów wylewa się z koryta rzeki, zalewając prawie całą dolinę. Na takie wahania stanu wód duży wpływ ma rzeka Bug, której cofki sięgają aż do Malowej Góry. Stany podwyższonego poziomu wód trwają od 10 do 30 dni. Spowodowane to jest powolnym przybieraniem i obniżaniem się wód Buga (Paśnikowski, Ziębowski, 1975).

Regulację Krzny, z której wynika stan obecny rzeki wraz z doliną, przeprowadzono od Malowej Góry (8,55 km) do Miedzyrzecza Podlaskiego (68,65 km). W 1961 roku rzeka Krzna przyjmuje wodę z kanału Wieprz-Krzna, natomiast inwestycje wodno-melioracyjne nasiliły się dopiero od roku 1963. Rzeką miała wystarczającą głębokość, żeby skutecznie odprowadzać wodę z doliny. Stany wysokie wód mieściły się w korycie nie powodując większego wylewania. Szerokość dna na odcinku 8,55-26,50 km wynosiła 20 m, a na odcinku 26,5-68,65 km 14 m, zaś głębokość 1,8-2,8 m (Paśnikowski, Ziębowski, 1975). Głównym celem przeprowadzonych zabiegów regulacyjnych było wyprostowanie koryta rzeki wraz z siecią rowów melioracyjnych. Efektem przeprowadzonych prac melioracyjnych miało być zwiększenie obszarów upraw i produkcji rolnej co było np. efektem budowy Kanału Wieprz-Krzna (Ciepielowski, 1999).

The use of terrain in the valley of the Krzna River

The analysis of the impact of the Krzna River's regulation on the economic use of the terrain in its valley was carried out at a section where regulatory work had been carried out around the same time. The regulatory works had a similar scope or were not carried out. The adopted criteria are met by the section from 0.00 km of the river's course (estuary to the Bug) to 35.7 km (Klukówka's estuary). In its upper section, the river was subjected to regulatory measures, which had been carried out earlier, e.g. maps from as early as the 18th century show traces of such activities on the territory of Biała Podlaska; moreover, the river was dammed here.

The analyses of the cartographic materials of the Tactical Map of Poland from 1931 and aerial

Użytkowanie terenów w dolinie rzeki Krzny

Analizę wpływu regulacji rzeki Krzny na gospodarcze użytkowanie terenu w jej dolinie prowadzono na odcinku, w którym prace regulacyjne wykonano w zbliżonym czasie. Prace regulacyjne miały podobny zakres lub ich nie przeprowadzono. Przyjęte kryteria spełnia odcinek od 0,00 km biegu rzeki (ujście do Bugu) do 35,7 km (ujście Klukówki). Rzeka w górnym odcinku była poddana zabiegom regulacyjnym, które przeprowadzono wcześniej np. na terenie miasta Biała Podlaska już na mapach z XVIII w. są oznaki takich działań, ponadto rzeka jest tutaj owałowana.

Z analiz materiałów kartograficznych Mapy Taktycznej Polski z 1931 roku i zdjęć lotniczych z 2015 roku wynika, że analizowany odcinek (rysunek 2A i 2B) uległ znacznym przekształceniom. Nie były to

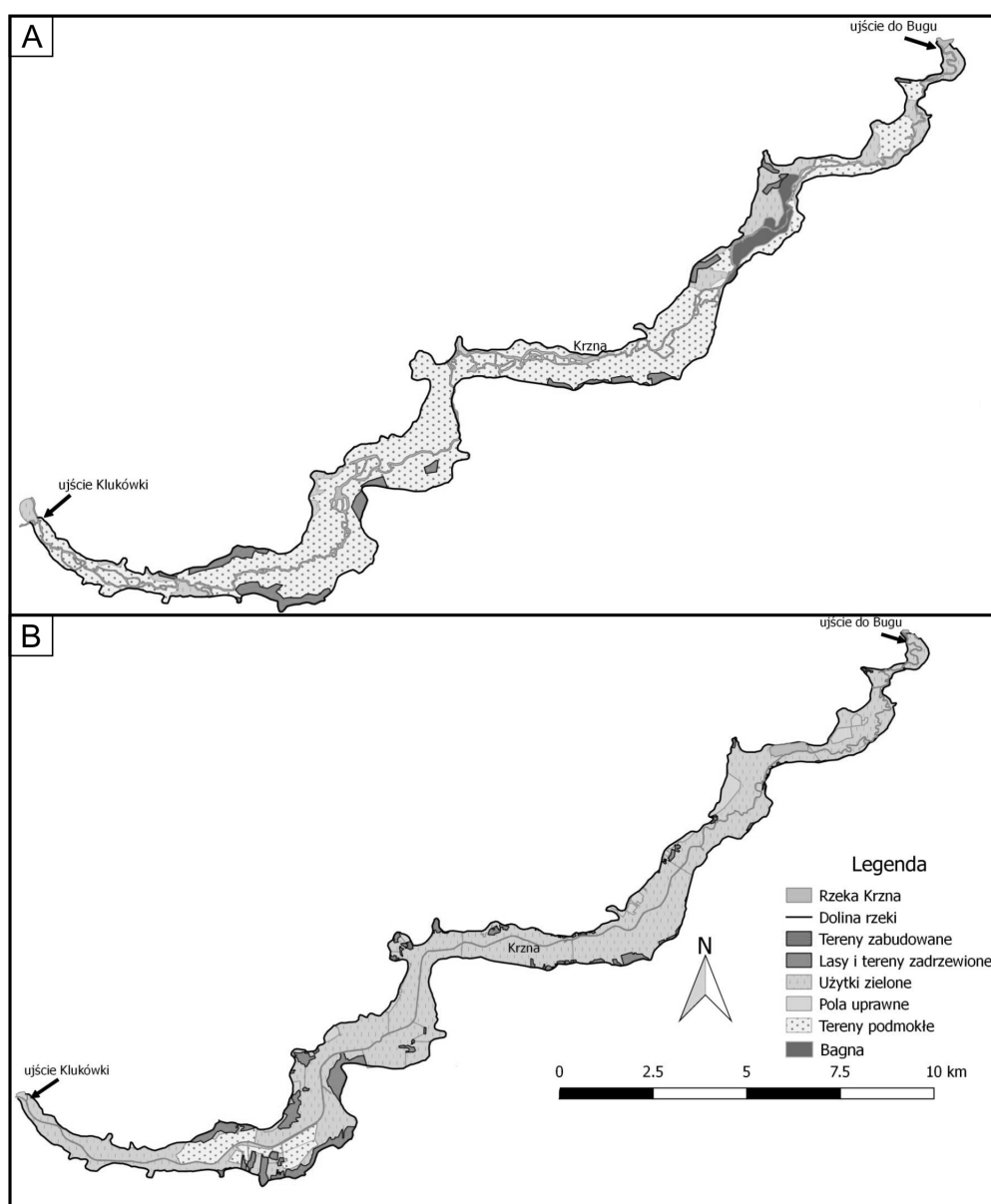


Figure 2. Use of the terrain in the Krzna River valley: A in 1931; B in 2015

Rysunek 2. Użytkowanie terenu w dolinie rzeki Krzny: A w 1931 roku; B w 2015 roku

Source: Authors' own work based on the Tactical Map of Poland (1931) and aerial photographs (2015).

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Mapy Taktycznej Polski (1931) i zdjęć lotniczych (2015).

photographs from 2015 show that the analysed section (Figure 2A and 2B) has undergone significant transformations. These included not only natural changes but, to a greater extent, the intentional actions of people who, in the search of new agricultural areas and protection against flooding, carried out intensive regulatory and land improvement works. The river is partially regulated in the analysed area. From Malowa Góra to the Klukowka estuary, the riverbed is regular, profiled and fortified. The section from Malowa Góra to the estuary of the river into the Bug remained intact, and here the Krzna has the character of a meandering river with numerous old riverbeds in its valley.

The area of the valley in the examined section totals 3,164 ha, its width ranges from approx. 326 m at the Klukowka estuary to approx. 2 km between the village of Perkowice and Horbow-Kolonia. The regulatory measures carried out in the Krzna valley caused a reduction in the water surface area from 251.94 ha in 1931 to 57.28 ha in 2015 (Table 1).

Table 1. Changes in the use of terrain in the Krzna valley

Tabela 1. Zmiany użytkowania terenu w dolinie Krzny

Year/ Rok	Area in hectares/ Powierzchnia w ha							
	valley/ dolina	waters/ wody	forests/ lasy	wetlands/ tereny podmokłe	swamps/ bagna	grass- lands/ użytki zielone	arable lands/ grunty orne	areas under development/ tereny pod zabudową
1931	3164	251.94	212.63	2,159.65	102.91	436.87	0.0	0.0
2015	3164	57.28	279.85	204.25	0.0	2475.7	139.73	7.19

Source: Authors' own work based on the Tactical Map of Poland (1931) and aerial photographs (2015).

Źródło: opracowanie własne na podstawie Mapy Taktycznej Polski (1931) oraz zdjęć lotniczych (2015).

The regulatory measures carried out in the valley of the Krzna caused a decrease in swampy areas by 100% and wetlands by 90.5%. In lieu of them, the area of grasslands increased from 436.87 ha to 2475,7 ha (by 566%) (Table 1). Arable land (139,73 ha) and areas under development (7,19 ha) also appeared on the analysed territory.

The area of forests and wooded grounds also increased by approximately 31.6%, from 212.63 ha to 279.85 (Table 1). The largest increase in the area of forests occurred in Perkowice (from 63 ha in 1931 to 81 ha in 2015) and Horbow Kolonia (from 28 ha to 44 ha).

Conclusions

The conducted research confirmed the impact of the Krzna River's regulation on the economic use of the terrain in its valley in the period 1931-2015.

On the examined territory, there occurred a decrease in the area occupied by grounds with the worst conditions for agricultural activity, namely wetlands and swamps, mainly in favour of grasslands, whose area increased by 566%, to 2475.7 ha.

The land improvement measures carried out in the valley of the Krzna have contributed significantly to the profitability of production from grasslands. In addition, the significant intensification in the use

tylko zmiany naturalne, ale w większym stopniu celowe działania ludzi, którzy w poszukiwaniu nowych terenów rolniczych i ochrony przeciwpowodziowej, prowadzili intensywne prace regulacyjne i melioracyjne. Na analizowanym terenie rzeka jest częściowo uregulowana. Od Malowej Góry do ujścia Klukówki koryto rzeki jest regularne, wyprofilowane i umocnione. Pozostały odcinek, od Malowej Góry do ujścia rzeki do Bugu, pozostał nienaruszony i tutaj Krzna ma charakter rzeki meandrującej z licznymi starorzeczami w jej dolinie.

Powierzchnia doliny na badanym odcinku wynosi 3 164 ha, jej szerokość waha się od ok. 326 m przy ujściu Klukówki do ok. 2 km pomiędzy wsią Perkowice a Horbów-Kolonia. Przeprowadzone zabiegi regulacyjne w dolinie Krzny spowodowały zmniejszenie powierzchni lustra wody z 251,94 ha w 1931 roku do 57,28 ha w 2015 roku (tabela 1).

Przeprowadzone zabiegi regulacyjne w dolinie Krzny spowodowały ubytek terenów bagiennych o 100 % i podmokłych o 90,5%. W ich miejsce wzrosła głównie powierzchnia użytków zielonych z 436,87 ha do 2475,7 ha (o 566%) (tabela 1). Na analizowanym obszarze pojawiły się również grunty orne (139,73 ha) i tereny pod zabudową (7,19 ha).

Wzrosła również powierzchnia lasów i gruntów zalesionych o około 31,6% z 212,63 ha do 279,85 (tabela 1). Największy przyrost powierzchni lasów wystąpił w okolicach miejscowości Perkowice (z 63 ha w 1931 roku do 81 ha w 2015) i Kolonii Horbów (z 28 ha do 44 ha).

Wnioski

Przeprowadzone badania potwierdziły wpływ regulacji rzeki Krzny na gospodarcze użytkowanie terenu w jej dolinie w okresie 1931-2015.

Na badanym obszarze nastąpił spadek powierzchni zajętych przez tereny o najgorszych możliwościach do prowadzenia gospodarki rolniczej tj. terenów podmokłych i bagien, głównie na rzecz użytków zielonych, których powierzchnia wzrosła o 566% do 2475,7 ha.

Wykonane w dolinie Krzny melioracje znacząco przyczyniły się do zwiększenia opłacalności produkcji z użytków zielonych. Oprócz tego znaczna in-

of meadows and pastures has curbed the process of their ploughing. The water regulation applied to meadow soils has created conditions favourable to the introduction of ground cultivation (139.73 ha), whose utilization was not possible in swampy areas.

The regulatory measures that occurred in the Krzna valley also contributed to the reduction of the water surface and the increase in forest areas, as well as the appearance of areas under development.

In spite of the fact that the Krzna's waters flood its valley on an almost annual basis, the conducted regulatory measures have positively influenced the agricultural utilization of this area.

tensyfikacja użytkowania łąk i pastwisk hamująco wpływała na proces ich zaorywania. Uregulowanie stosunków wodnych na glebach łąkowych stworzyło dogodne warunki do wprowadzenia upraw polowych (139,73 ha), których użytkowanie nie było możliwe na zabagnionych gruntach.

Zabiegi regulacyjne, które zaszły w dolinie Krzny, również wpłynęły na zmniejszenie się powierzchni lustra wody oraz wzrost powierzchni lasów i pojawienie się terenów pod zabudowę.

Pomimo niemal corocznych wylewów wód Krzny w jej dolinie, przeprowadzone zabiegi regulacyjne wpłynęły pozytywnie na zwiększenie możliwości rolniczego wykorzystania terenu.

References/ Literatura:

1. Ciepielowski, A. (1999). *Podstawy gospodarowania wodą*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
2. Dec, E. (1985). *Charakterystyka hydrograficzna woj. białkopodlaskiego*. Rocznik Międzyrzecki, Tom XVI-XVII, s.183-193.
3. Hachoł, J., Bondar-Nowakowska, E. (2016). *Wielokryterialna ocena skutków regulacji rzek, Interdyscyplinarne zagadnienia w inżynierii i ochronie środowiska*. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, s. 108-119.
4. Hildebrandt-Radke, I., Przybycin, J. (2011). *Zmiany sieci hydrograficznej i zalesienia a melioracje regionu środkowej Obry (centralna Wielkopolska) w świetle danych historycznych i materiału kartograficznego*. Przegląd Geograficzny, 83/3, s. 323-342. <https://doi.org/10.7163/PrzG.2011.3.2>
5. Kałuski, S. (2010). *Rzeki a kształtowanie się transgranicznych więzi regionalnych*. Prace i Studia Geograficzne, Tom. 44, s. 69-77.
6. Kycko, M. (2011). *Analiza zmian użytkowania ziemi w Gorlicach*. Teledetekcja środowiska 45, s. 66-73.
7. Lipiński, J. (2006). *Zarys rozwoju oraz produkcyjne i środowiskowe znaczenie melioracji w świetle badań*. Acta Sci. Pol., Formatio Circumietus, 5 (1), s. 3-15.
8. Łajczak, A. (2006). *Regulacja rzeki a zagrożenie powodziowe, na przykładzie Wisły między Skoczowem i Puławami*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, Nr. 4/1, s. 197-215.
9. Oglęcki, P. (2006). *Ocena hydromorfologiczna rzek nizinnych na przykładzie rzeki Wkry*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, Nr. 4/1, s. 175-184.
10. Paśnikowski, S., Ziębowicz, J. (1975). *Studium generalne rzeki Krzny*. Maszynopis.
11. Pietrzak, M., Siwek, J. (2000). *Wykorzystanie map historycznych, przetworzonych przy użyciu GIS do oceny zmian użytkowania ziemi na Pogórzu Wiśnickim*. W: W. Chełmicki (red.), *Przemiany środowiska na Pogórzu Karpackim*, s. 21-30 t. 1, Kraków IGI GP UJ, s. 21-30.
12. Plit, J. (2018). *Zarządzanie krajobrazem dolin rzecznych*. Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego Nr 10, s. 230-240.
13. Somorowski, Cz. (1999). *Współczesne problemy melioracji*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
14. Szuba, K. (2012). *Przemiany stosunków wodnych w zlewni i dolinie Dunajca w kontekście poszukiwania środków ograniczenia zagrożenia powodziowego*. Czasopismo Techniczne. Środowisko, 109.2-Ś, s. 237-251.
15. Uziak, S., Turski, R. (2008). *Środowisko przyrodnicze Lubelszczyzny*. Lublin: Lubelskie Towarzystwo Naukowe.
16. Wielka Historia Polski. (2000). Kraków: Wydawnictwo Pinnex.
17. www.geoportal.gov.pl (10.05.2018)
18. Zbucki Ł., Konopka A. (2018). *Zmiany użytkowania terenu w Białej Podlaskiej w latach 1983-2015*. Acta Geographica Silesiana, 12/4 (32), s. 73-81.
19. Żelazo, J. (2009). *Wybrane problemy zabudowy rzek o szczególnych wartościach przyrodniczych*. Nauka Przyroda Technologie, Tom 3 Zeszyt 3, s. 1-13.

Cartographic materials/ Materiały kartograficzne:

20. Brest by the Bug (1931). A Tactical Map of Poland in a scale of 1: 100,000/ Brześć nad Bugiem (1931). Mapa Taktyczna Polski w skali 1:100 000
21. Biała Podlaska (1931). A Tactical Map of Poland in a scale of 1: 100,000/ Biała Podlaska (1931). Mapa Taktyczna Polski w skali 1:100 000
22. A detailed geological map of Poland in the scale of 1:50 000 Terespol (2007)/ Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 Terespol (2007)
23. A detailed geological map of Poland in the scale of 1:50 000 - Rokitno (2007)/ Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 - Rokitno (2007)
24. A detailed geological map of Poland in the scale of 1:50 000 - Biała Podlaska (2008)/ Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 - Biała Podlaska (2008)
25. Aerial photographs (2015) No. 5/2473, 24/3125, 20/2432, 21/2654, 22/2651, 1/0318, 1/0319, 1/0320, 1/0321, 1/0322, 1/0323, 1/0324, 2/0281, 29/1531, 29/1532, 3/0229, 5/0213, 6/0161, 6/0162, 7/0143, 79/3045, 802/0726, 82/3087, 82 / 3088, 83/3116, 83/3117, 87/3176, 88/3193 license number DIO.7211.437.2017 PL N/ Zdjęcia lotnicze (2015) nr 5/2473, 24/3125, 20/2432, 21/2654, 22/2651, 1/0318, 1/0319, 1/0320, 1/0321, 1/0322, 1/0323, 1/0324, 2/0281, 29/1531, 29/1532, 3/0229, 5/0213, 6/0161, 6/0162, 7/0143, 79/3045, 802/0726, 82/3087, 82/3088, 83/3116, 83/3117, 87/3176, 88/3193 licencja nr DIO.7211.437.2017 PL N