



## Regulacja rzeki jako impuls rozwoju przestrzennego miasta Czarny Dunajec

### *River regulation as an impulse for the spatial development of the town of Czarny Dunajec*

Szymon Błaszczuk 

Szkoła Doktorska Uniwersytetu Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie

ul. Podchorążych 2, 30-084 Kraków

d751388@doktorant.uken.krakow.pl

**Zarys treści.** Artykuł analizuje wpływ regulacji rzeki na rozwój zagospodarowania przestrzennego, koncentrując się na miejscowości Czarny Dunajec. W tekście przedstawiono historyczne zmiany układu korytowego rzeki od XIX do XXI w., wykorzystując dane kartograficzne w postaci map archiwalnych. Zobrazowano stopniowe zmniejszanie się powierzchni aktywnego koryta rzeki oraz rozwój zabudowy na terenach dawniej przez nią zajmowanych. Proces regulacji przekształcił wielonurtowe, naturalne koryto w uregulowany ciek jednonurtowy. Regulacje te, obejmujące prostowanie koryta, zwężanie jego szerokości i zabudowę hydrotechniczną, spowodowały uwolnienie nowych terenów, które stały się atrakcyjne dla rozprzestrzeniającej się zabudowy. Chociaż zmiany te wspierały rozwój przestrzenny miejscowości, jednocześnie przyczyniły się do degradacji środowiska przyrodniczego oraz utraty terenów naturalnych.

**Słowa kluczowe:** regulacja rzek, rzeka wielonurtowa, równina zalewowa, zagospodarowanie przestrzenne, gospodarka wodna, Czarny Dunajec.

**Keywords:** *river regulation, braided river, floodplain, spatial development, water management, Czarny Dunajec, Poland.*

### Wstęp

Osady ludzkie od zawsze były ściśle powiązane z dostępem do wody (Szymańska, 2013), co czyniło doliny rzeczne szczególnie atrakcyjnymi miejscami dla osiedlania się. Rzeki zapewniały nie tylko wodę do celów konsumpcyjnych, ale pełniły również funkcję obronną (Jankowski, 2007; Słodczyk, 2014). Powstawanie większości miast było uzależnione od sąsiedztwa rzeki, przy czym jej charakter wpływał na sposób rozwoju osad. Zabudowa mogła być lokowana bezpośrednio nad brzegiem, co ułatwiało korzystanie z zasobów rzeki lub w większej odległości, aby zminimalizować ryzyko powodziowe. W XIX w. nastąpiła fundamentalna zmiana w relacjach między miastami a rzekami, napędzana przez inżynierię rzeczno- i rozwój infrastruktury sanitarnej. Analizy długoterminowej ewolucji wód miejskich w Europie wskazują na ścisłą zależność między zmianami technologicznymi a rozwojem urbanistycznym (Winiwarter et al., 2016). Badania wskazują, że ingerencje w kształt i przebieg lokalnych rzek oraz strumieni, podejmowane w celu zapewnienia dostępu do wody, usprawnienia transportu czy odprowadzania odpadów, odegrały kluczową rolę w rozwoju miast w Europie (Castonguay i Evenden, 2012).

Od drugiej połowy XIX w., kiedy człowiek zaczął masowo regulować rzeki, osadnictwo zaczęło przesunąć się bliżej cieków wodnych. Zjawisko to zaobserwowano w wielu rejonach Europy, m.in. w północnych Włoszech, gdzie prace hydrotechniczne prowadziły do zmiany struktury osadnictwa oraz użytkowania terenów nadrzecznych (Scorpio i Piégay, 2021). Także w Niemczech, w Bawarii, rosnąca zabudowa na terenach zalewowych wymusiła dalsze przekształcenia rzek w celu ochrony przed powodzią i tym samym zintensyfikowano dalszy jej rozwój w tych obszarach (Früh-Müller et al., 2015). Postępująca presja zabudowy na terenach nadrzecznych prowadziła do degradacji środowiska i wzrostu zagrożenia powodziowego. Zbliżenie zabudowy do obszarów zalewowych zmuszało zarządców cieków do ich obwałowania (Witkowski, 2021a). Rozwój miast stopniowo naruszał naturalne warunki dolin rzecznych poprzez hydrotechniczną zabudowę cieków, tworzenie sztucznych spiętrzeń i wprowadzanie zanieczyszczeń (Liszewski, 2012).

Na początku XX w. w południowej Polsce regulacje rzek miały na celu przede wszystkim stworzenie sieci kanałów żeglugowych oraz usprawnienie żeglowności rzek górskich w celach transportowych. Działania te były również ukierunkowane na ograniczenie transportu rumoszu rzeczno-ego oraz przygotowanie koryt do budowy zbiorników retencyjnych (Rybczyński, 1929). Żelazo (2009) wskazuje kolejne powody prac hydrotechnicznych istotne w drugiej połowie XX w., jak dostosowanie dolin do intensywnego rolnictwa, ochronę brzegów przed erozją, zapewnienie odpowiedniego wykorzystania ujęć i rzutów wód oraz zabezpieczenie obszarów zabudowywanych.

Współcześnie nadrzędnym celem regulacji rzecznych jest ochrona przeciwpowodziowa. W rejonach górskich, gdzie rzeki charakteryzują się dużymi spadkami i szybkim przepływem wód, regulacja koryt pozwala na kontrolowanie wezbrań i minimalizowanie ryzyka powodziowego. Dzięki odpowiedniemu kształtowaniu koryt możliwe jest skuteczne odprowadzanie nadmiaru wody, co chroni tereny zamieszkałe i infrastrukturę przed zalaniem (Wohl, 2006). Takie podejście do regulacji jest zgodne z ustawą z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne, w której regulacja koryt została zdefiniowana jako działania mające na celu poprawę warunków korzystania z wód oraz ochronę przed zagrożeniami naturalnymi, takimi jak susza i powódź. Obejmuje to kształtowanie podłużnego i poprzecznego profilu rzeki oraz jej układu korytowego. Innymi współczesnymi powodami ingerencji w kształt rzek górskich są działania mające na celu stabilizację dna i brzegów. Działania te wynikają z intensywnego wykorzystania wód w celach przemysłowych, co doprowadziło do erozji brzegów i obniżenia poziomu dna (Bartnik i Książek, 2007). Jak zauważają Nilsson i Berggren (2000), regulacje hydrologiczne zmieniały struktury ekosystemów rzecznych na całym świecie, a ich głównymi celami były zapewnienie odpowiednich zasobów wody do celów rolniczych, przemysłowych, energetycznych oraz zapewnienie ochrony przeciwpowodziowej. Jednak kompleksowa regulacja techniczna, mimo korzyści, spowodowała, że naturalne koryta rzek zostały przekształcone w sztuczne koryta, pozbawione walorów przyrodniczych i ograniczone do roli odprowadzania nadmiaru wody (Wawręty i Rutkowski, 2004).

Rzeki karpackie do około XV w. kształtowały swoje koryta w sposób naturalny. Natomiast stopniowa kolonizacja Karpat sprawiała, że zaczęły być coraz bardziej przekształcane. Wiązało się to ze spławianiem drewna oraz powstawaniem tartaków i młynów nad ich brzegami (Krzemień i Górczyca, 2021). Proces ten był stopniowy i rozłożony w czasie. Rzeki polskich Karpat jeszcze w XIX w. wykazywały tendencję do agradacji i tworzenia układow wielonurtowych (Wyźga, 1993; Wyźga et al., 2016). Charakteryzowały się one tendencją do wypłykania się i poszerzania nurtów oraz tworzenia odnóg. Początkiem XX w.

rozpoczęto pierwsze prace regulacyjne, w wyniku których koryta wielonurtowe zostały prawie całkowicie wyeliminowane (Hajdukiewicz et al., 2019). W ramach regulacji rzek koryta te zostały wyprostowane, meandry obcięte, a rzeki przekształcone w jednonurtowe, co miało na celu stabilizację ich biegu (Wyźga et al., 2016). Główną przyczyną regulacji rzek karpaccich, zwłaszcza dopływów Wisły, była budowa Kanału Galicyjskiego. Rzeki zostały wówczas uszławnione, a ich wody miały również zasilać kanał żegludowy. Realizację inwestycji zarzucono w latach 30. XX w., ale karpaccie dopływy Wisły uregulowano kompleksowo. Działania te znacząco przyczyniły się do intensywnego pogłębienia koryt, co ograniczyło wylewanie rzek i zwiększyło presję budowlaną na dawnych równinach zalewowych (Witkowski, 2021b). W drugiej połowie XX w. prace regulacyjne były podejmowane w związku ze zmianami w użytkowaniu ziemi, budową zbiorników zaporowych oraz wydobywaniem żwiru (Wyźga et al., 2016). Szczególnie eksploatacja rzeki w celu pozyskania kruszywa dała impuls dalszym przekształceniom. Nadmierne wydobywanie przyczyniło się do obniżenia dna, co prowadziło do pogłębiania oraz zwiększało boczną niestabilność koryt (Wyźga et al., 2010).

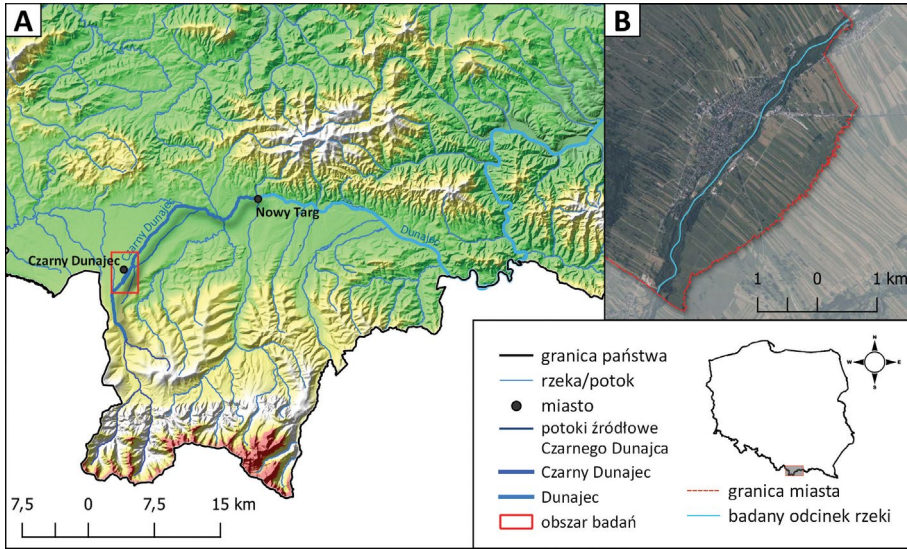
Czarny Dunajec jest przykładem miejscowości, w której rzeka jeszcze na początku XIX w. płynęła szerokim, wielonurtowym korytem, a w XX w. została przekształcona w wyniku prac regulacyjnych w prosty, jednonurtowy ciek. Po regulacji tereny zajmowane wcześniej przez rzekę zostały zabudowane. Ten schemat postępowania był powszechny w polskich Karpatach, jednak w Czarnym Dunajcu skala zmniejszenia koryta aktywnego była tak znaczna, że zasięg koryta naturalnego jest niemożliwy do odtworzenia w przestrzeni miasta. Dotychczasowe badania nad wpływem regulacji rzek skupiały się głównie na aspektach hydrologicznych i geomorfologicznych, znacznie rzadziej uwzględniając długoterminowe zmiany w zagospodarowaniu przestrzennym. Brakuje szczegółowych analiz ukazujących, w jaki sposób działania regulacyjne wpłynęły na rozwój urbanistyczny oraz użytkowanie terenów nadrzecznych, zwłaszcza w obszarach górskich. Niniejsza praca ma na celu wypełnienie tej luki badawczej. Głównym celem pracy jest analiza rozwoju zagospodarowania przestrzennego w obrębie dawnego koryta aktywnego rzeki Czarny Dunajec. Dodatkowo oceniono wpływ regulacji rzeki na zmiany w użytkowaniu terenów nadrzecznych.

## Obszar badań

Badaniami objęto miasto Czarny Dunajec oraz odcinek rzeki o tej samej nazwie, zlokalizowany w granicach administracyjnych miejscowości (fot. 1). Miasto położone jest w południowej części województwa małopolskiego, w powiecie nowotarskim, w gminie Czarny Dunajec. Znajduje się w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej, będącej częścią Obniżenia Orawsko-Podhalańskiego (Solon et al., 2018). Analizowany fragment cieków obejmuje natomiast jego środkowy bieg i wynosi 5,9 km.

Rzeka Czarny Dunajec ma swoje źródło w Tatrach Zachodnich, gdzie Wyżni Chochołowski Potok (ok. 1500 m n.p.m.) po połączeniu z Jarząbczym Potokiem tworzy Chochołowski Potok. Następnie, po połączeniu z Kirową Wodą w Witowie, strumień przyjmuje nazwę Czarny Dunajec (Radwańska-Paryska i Paryski, 1995). W górnym biegu rzeka ta przepływa przez obszar górski, a następnie wkracza na równinne tereny Kotliny Orawsko-Nowotarskiej. Obszar ten charakteryzuje się obecnością rozległych torfowisk, które odgrywają

znaczącą rolę w retencji wody i kształtowaniu lokalnych przepływów. Granica wododziału między zlewnią Czarnego Dunajca a Orawy w tym rejonie bywa trudna do jednoznacznego określenia (Łajczak et al., 2024). Czarny Dunajec wraz z Białym Dunajcem łączy się w Nowym Targu, dając początek rzece Dunajec, będącej jednym z głównych prawobrzeżnych dopływów Wisły (ryc. 1). Całkowita długość Czarnego Dunajca wynosi 48 km.



**Ryc. 1.** A – lokalizacja rzeki Czarny Dunajec oraz obszaru badań na tle sieci hydrograficznej, B – obszar badań  
 A – location of the Czarny Dunajec River and the study area against the background of the hydrographic network, B – study area



**Fot. 1.** Rzeka Czarny Dunajec i obszar miasta. Kierunek przepływu do dolnej krawędzi zdjęcia; marzec 2024 r. (materiały własne)  
 The Czarny Dunajec River and area of the town. Flow is in the direction of the bottom edge of the photo; March 2024 (author's own materials)

Miasto Czarny Dunajec położone jest na stosunkowo płaskim terenie, z nielicznymi wzniesieniami, ukształtowanym w dużej mierze przez rzeki. W plejstocenie wody Czarne Dunajca nagromadziły materiał skalny z topniejących lodowców tatrzańskich, tworząc podłoże akumulacyjne, które zostało przeobrażone przez procesy erozyjne (Kukulak, 1997).

Pierwsze wzmianki o miejscowości pochodzą z XIII w., ale za jej początek uznaje się rok 1552, kiedy Czarny Dunajec otrzymał przywilej lokacyjny. Początkowo rozwijał się na wykarczowanych terenach leśnych, na lewym brzegu rzeki Czarny Dunajec, gdzie powstały pierwsze zabudowania (Falniowska-Gradowska, 1997). W XVII w. obszar ten został przekształcony w dobra folwarczne, a później sprzedany miejscowym chłopom. W drugiej połowie XIX w. wskutek przyrostu ludności doszło do podziału ziemi i rozdrobnienia gospodarstw. Miejscowość rozrastała się również wzdłuż rzeki, co miało wpływ na kształtowanie się zabudowy (Czajeczka, 1997). Czarny Dunajec uzyskał prawa miejskie około 1880 r., jednak stosunkowo szybko je utracił, ponieważ już w 1934 r. został ponownie sklasyfikowany jako wieś (Krzysztofik, 2007). Od 1 stycznia 2023 r. Czarny Dunajec uzyskał ponownie status miasta, co w dłuższym okresie może przyspieszyć jego rozwój przestrzenny.

## Materiały i metody

W celu analizy zmian zagospodarowania przestrzennego Czarne Dunajca oraz przekształceń układu korytowego rzeki wykorzystano ortofotomapę z 2019 r. oraz materiały kartograficzne obejmujące lata 1863-1995. W badaniach uwzględniono następujące mapy historyczne:

- II wojskowe zdjęcie topograficzne Imperium Habsburskiego w skali 1:28 800 z 1863 r.,
- szczegółową mapę Polski Wojskowego Instytutu Geograficznego (WIG) w skali 1:25 000 z 1939 r.,
- mapę obrębową powiatów w skali 1:25 000 z 1966 r.,
- mapę topograficzną Polski w skali 1:10 000 z 1995 r.

W badaniu wykorzystano mapy opracowane na podstawie osnowy geodezyjnej, co umożliwiło ich cyfrową analizę przestrzenną. Mapy historyczne w formie rastrów zostały poddane rektyfikacji przy użyciu oprogramowania QGIS, z zastosowaniem układu współrzędnych 1992 EPSG: 2180. Rektyfikację przeprowadzono z zastosowaniem narzędzia Georeferencer. Na rastrach rozmieszczono punkty kontrolne, których lokalizacja była dopasowywana do mapy referencyjnej (Baza Danych Obiektów Topograficznych).

Dla arkuszy map II wojskowego zdjęcia topograficznego Imperium Habsburskiego oraz szczegółowej mapy Polski WIG podczas georeferencji zastosowano przekształcenie wielomianu drugiego stopnia. Pierwiastek błędu średniokwadratowego (RMSE) dla analizowanych arkuszy wyniósł odpowiednio 20,28 m oraz 5,62 m. W przypadku Mapy obrębowej powiatów zastosowano przekształcenie Helmerta, a RMSE wyniósł 4,68 m. Mapa topograficzna Polski została pozyskana poprzez usługę WMS, co wyeliminowało konieczność rektyfikacji.

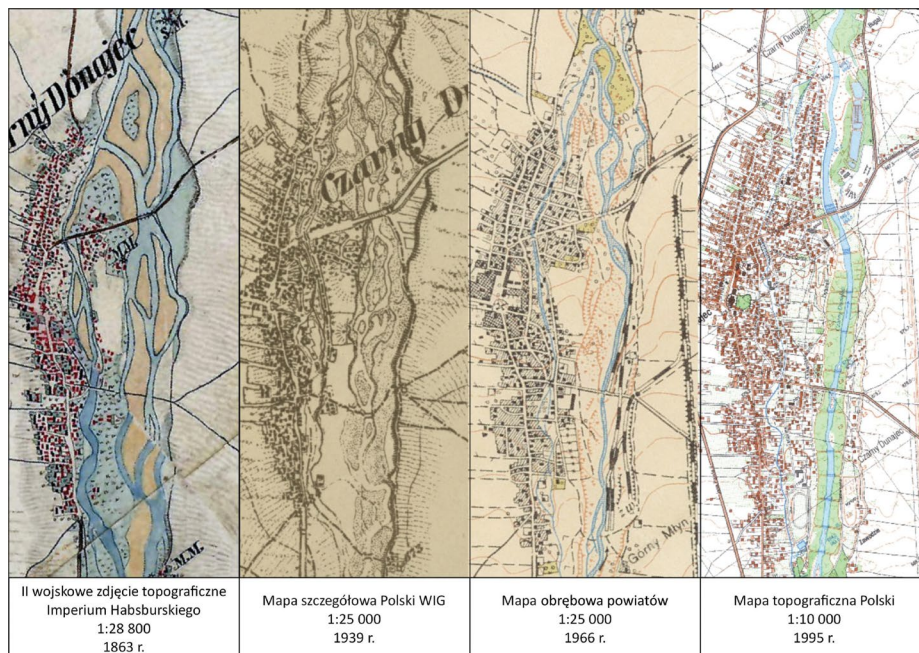
Zrektyfikowane oraz pozyskane materiały kartograficzne poddano następnie analizie przestrzennej. Na podstawie opracowanych map zdigitalizowano koryto rzeki oraz odsypy uwidocznione na mapach. Wyznaczono powierzchnię koryta aktywnego rzeki w granicach administracyjnych miejscowości, przyjmując, że koryto aktywne obejmuje za-

równy koryto główne, jak i odsypy. Następnie zidentyfikowano obszary zagospodarowane, uwzględniając tereny zabudowane, place oraz inne obszary użytkowane przez człowieka, zlokalizowane w obrębie centrum osadniczego i wyróżnione na wszystkich analizowanych mapach. Z analizy wykluczono powierzchnie dróg wychodzących poza obszary zabudowane. Ze względu na stopień generalizacji starszych map szczegółowa analiza powierzchni obszarów zagospodarowanych była ograniczona. W rezultacie dane dotyczące tych obszarów mają charakter szacunkowy, jednak pozwalają na określenie kierunków rozwoju miejscowości.

## Wyniki

Czarny Dunajec jest rzeką, która przeszła znaczną transformację wskutek działalności człowieka. Zmiany w układzie korytowym rzeki są dobrze widoczne na mapach historycznych (ryc. 2).

W pierwszej połowie XX w. rzeka płynęła szerokim i wielonurtowym korytem. Jego funkcjonowanie było zależne od transportu dużych ilości rumowiska z tatrzańskiej części zlewni, która została silnie wylesiona (Zawiejska i Wyżga, 2008). Częstym zjawiskiem było formowanie się wysp z akumulowanego materiału aluwialnego, które z czasem porastały roślinnością, stając się trwałymi elementami rzeki (Mikuś et al., 2013). Według Walasa (1938), w latach 30. XX w. odcinek rzeki pomiędzy Czarnym Dunajcem a Ludźmierzem został uregulowany faszynowymi budowlami podłużnymi. Największe zmiany w obrębie



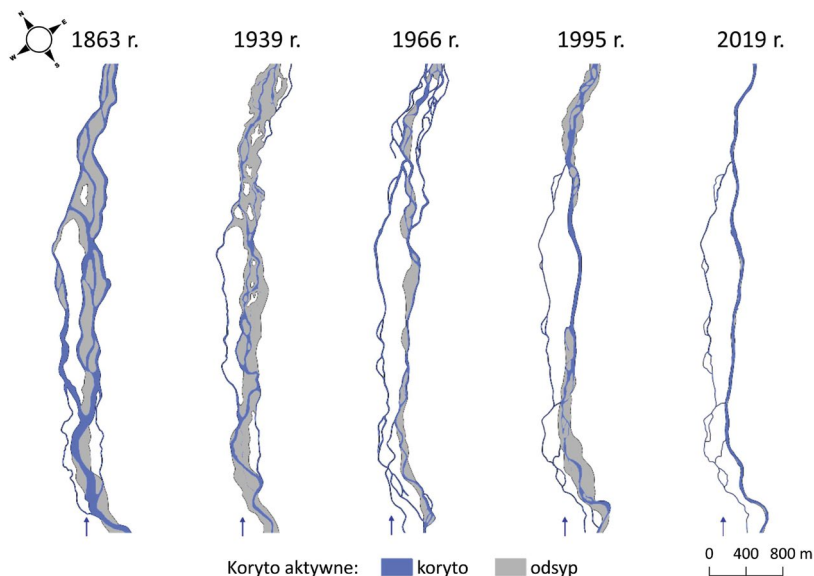
**Ryc. 2.** Historyczny zasięg fragmentu rzeki Czarny Dunajec w latach 1863-1995  
*Historical extent of a section of the Czarny Dunajec River from 1863 through to 1995*

koryta miały miejsce w drugiej połowie XX w., kiedy Czarny Dunajec został poddany intensywnej antropopresji (Wyżga et al., 2008a). Najbardziej radykalne zmiany były wynikiem wydobycia kruszywa i częściowej regulacji rzeki. Istotny wpływ miało również nielegalne i niekontrolowane wydobycie przez miejscową ludność dużych otoczków, które później były wykorzystywane do celów budowlanych (Wyżga et al., 2008b). W latach 50. i 60. XX w. prowadzono wzdłuż Czarnego Dunajca przemysłowe wydobycie żwiru (Dudziak, 1965). Wydobycie to, prowadzone często przy użyciu ciężkiego sprzętu, miało miejsce w rejonach Chochołowa, Wróblówki i Ludźmierza, gdzie przyczyniło się do zniszczenia zabezpieczeń brzegowych (Koczur, 1999). Eksploatacja żwiru, zarówno przemysłowa, jak i nielegalna, doprowadziła do zjawiska *hungry water* (Kondolf, 1997), co spowodowało gwałtowne obniżenie dna rzeki i przeobrażenie koryta z aluwialnego w skalne (Wyżga et al., 2008a).

Intensywna eksploatacja w latach 50. i 60. XX w. niemal całkowicie usunęła żwiry z dna rzeki. Jej regulacja rozpoczęła się po zaprzestaniu wydobycia kruszywa. To pozwoliło rzece na coraz głębszą erozję koryta (Kukulak, 1997). W latach 90. XX w. podjęto próby wyprostowania, zwężenia i obudowania koryta w granicach administracyjnych Czarnego Dunajca oraz budowy systemu stopni i progów regulacyjnych. W wyniku tych działań rzeka straciła swoją naturalną morfodynamikę, a mimo zwężenia i zabezpieczenia brzegów wciąż ulega przekształceniom. Szczególnie widoczna jest postępująca erozja wgłębna (Kukulak, 1997). Działania regulacyjne wciąż są kontynuowane – od lat 90. XX w. powstały trzy nowe progi wodne, a istniejące są modernizowane.

Od połowy XIX w. w Czarnym Dunajcu zaszły znaczące zmiany w zakresie zagospodarowania przestrzennego. Wzrost powierzchni terenów zagospodarowanych był wynikiem rozwoju zabudowy, która rozciągała się w różnych kierunkach, w odpowiedzi na rosnącą liczbę mieszkańców i rozwój lokalnej gospodarki. Szczególnie widoczne były zmiany w obrębie dawnych terenów koryta aktywnego rzeki Czarny Dunajec, gdzie z biegiem czasu powstawały nowe zabudowania. W ciągu kolejnych dekad, zwłaszcza w drugiej połowie XX w., zmieniający się charakter rzeki, spowodowany jej regulacją i presją urbanistyczną, wpływał na zagospodarowanie obszarów nadrzecznych. Tereny te stawały się stopniowo miejscem zabudowy i były intensywnie wykorzystywane w różnych celach. Przede wszystkim przeznaczano je pod zabudowę mieszkaniową, ale także na potrzeby przemysłu. Część obszarów natomiast była wykorzystywana rolniczo, dostosowując dawniej naturalne tereny do upraw czy pastwisk. Ponadto pojawiały się tam elementy infrastruktury komunalnej, takie jak drogi, czy też później instalacje wodociągowe i kanalizacyjne. Presja zabudowy oraz intensywna eksploatacja rzeki doprowadziły do kolejnych zmian w jej obrębie. Z tego powodu w granicach administracyjnych miejscowości rzeka uległa kolejnym przekształceniom, których efektem było zmniejszenie powierzchni koryta aktywnego rzeki i całkowita zmiana jej układu (ryc. 3). W wyniku tych procesów koryto, które wcześniej było wielonurtowe, zostało przekształcone w jednonurtowy ciek wodny, co miało istotne konsekwencje dla naturalnego środowiska rzeki.

W 1863 r. koryto aktywne rzeki zajmowało powierzchnię około 128,69 ha, jednak do roku 1939 doszło do nieznacznego zmniejszenia tej powierzchni, która wyniosła około 112,85 ha. W drugiej połowie XX w. zmiany w kształcie koryta były szczególnie wyraźne, a powierzchnia rzeki zmniejszyła się o ponad 50%, osiągając wartość 55,31 ha w roku 1966. W latach 90. XX w., po wcześniejszym procesie zwężania, koryto zostało częściowo poszerzone, szczególnie w jego górnym odcinku, co spowodowało wzrost powierzchni koryta aktywnego (tab. 1). Wzrost ten był efektem uregulowania Czarnego Dunajca po-



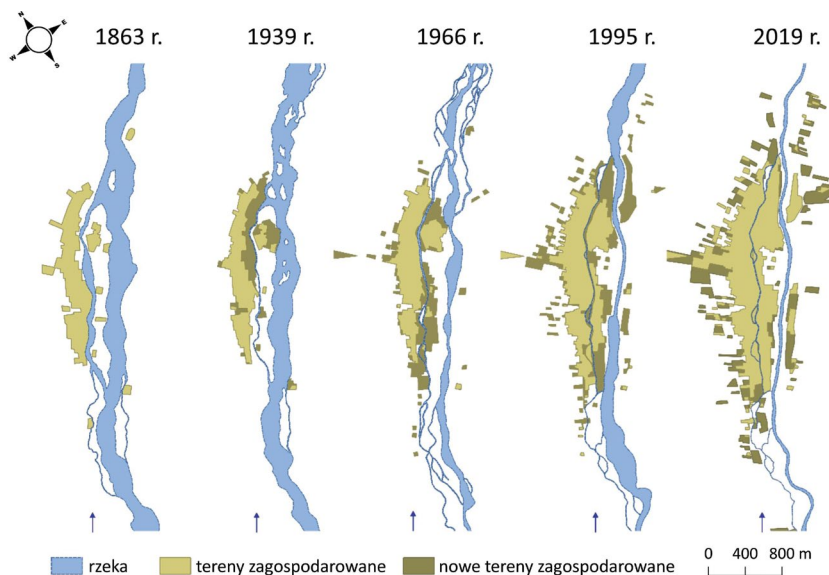
**Ryc. 3.** Zmiany fragmentu koryta aktywnego rzeki Czarny Dunajec w latach 1863-2019  
*Changes in the active channel along part of the Czarny Dunajec River, in the years 1863-2019*

**Tabela 1.** Powierzchnia koryta aktywnego rzeki Czarny Dunajec w ujęciu czasowym  
 Opracowanie własne na podstawie danych przestrzennych pozyskanych z map archiwalnych.  
*The area of the active channel of the Czarny Dunajec River over time*

Lp.	Źródło danych	Rok	Powierzchnia koryta aktywnego i jego elementów (ha)		
			koryto	odsypy	pow. całkowita
1.	II wojskowe zdjęcie topograficzne Imperium Habsburskiego 1:28 800	1863	64,89	63,80	128,69
2.	Mapa szczegółowa Polski Wojskowego Instytutu Geograficznego (WIG) 1:25 000	1939	33,89	78,96	112,85
3.	Mapa obrębowa powiatów 1:25 000	1966	32,84	22,47	55,31
4.	Mapa topograficzna Polski 1:10 000 układ: 1992	1995	29,21	34,79	64,00
5.	Ortofotomapa	2019	16,09	3,35	19,44

niżej miasta stopniami wodnymi. Powodowały one spowolnienie przepływu i akumulację żwiru, który był odkładany w odsypach, co zwiększało powierzchnię koryta aktywnego. Z analizy ortofotomapy z 2019 r. wynika, że powierzchnia Czarnego Dunajca w granicach miasta wynosiła jedynie 19,44 ha, co stanowi zaledwie 15% pierwotnej wielkości koryta sprzed przeprowadzonych regulacji.

W związku ze zmianami w korycie rzeki i rosnącą presją urbanizacyjną, zabudowa w Czarnym Dunajcu na przestrzeni lat znacznie zwiększyła swoją powierzchnię. Zmiany te dotyczyły głównie terenów dawnego koryta aktywnego rzeki, gdzie zabudowa zaczęła się przesuwać w stronę cieku, zastępując tereny naturalne (ryc. 4).



**Ryc. 4.** Zmiany w zagospodarowaniu przestrzennym Czarnego Dunajca w latach 1863-2019  
*Spatial development changes in the town of Czarny Dunajec from 1863 through to 2019*

Począwszy od XIX w. zauważa się znaczący wzrost powierzchni terenów zagospodarowanych (tab. 2). W 1863 r. powierzchnia zabudowy wynosiła 46,38 ha, by w 1939 r. wzrosnąć do 53,19 ha. Zabudowania z początku XX w. różniły się lokalizacją w porównaniu do XIX w. – tereny na północny-zachód od centrum przestały być użytkowane, a nowa zabudowa zaczęła koncentrować się wzdłuż rzeki, zajmując dodatkowe 18,83 ha. W roku 1966 powierzchnia całkowita zabudowań wyniosła 78,95 ha. Nowa zabudowa (32,64 ha) pokryła nieliczne obszary na północny zachód od centrum i podobnie jak w poprzednim okresie przybliżyła się w stronę cieku. Jest to też moment, w którym w korycie aktywnym rzeki zaszły największe zmiany. Została ona wówczas znacznie przekształcona, a spora część nowej zabudowy założyła się na terenach zajmowanych przez rzekę w XIX w. W latach 90. XX w. odnotowuje się kolejny wzrost powierzchni zagospodarowanych w miejscowości. Tereny zagospodarowane w roku 1995 pokrywały 120,96 ha, z czego powierzchnia nowych obszarów wyniosła 49,05 ha. Analogicznie do poprzedniego okresu jest to moment kolejnych poważnych zmian w obrębie koryta rzecznego. W dolnym odcinku cieku doszło do jego zwężenia, co pokrywa się z rozwojem zabudowy w tych okolicach. Wówczas również zabudowa zaczęła coraz częściej pojawiać się na prawym brzegu Czarnego Dunajca.

Współcześnie powierzchnia terenów zagospodarowanych w miejscowości wynosi ok. 185,72 ha. Od końca XX w. do roku 2019 zagospodarowano 67,23 ha terenów. Rozwój przestrzenny miasta ma charakter koncentryczny. Rozwija się ono równomiernie we wszystkich kierunkach od centrum, w tym na terenach nadrzecznych. Górny odcinek rzeki został znacznie zwężony po 1995 r., co pokrywa się z zagospodarowaniem terenów znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie. Obecnie 3,05 ha obszarów zagospodarowanych znajduje się na terenach koryta aktywnego rzeki z 1863 r.

**Tabela 2.** Powierzchnia terenów zagospodarowanych w miejscowości Czarny Dunajec w latach 1863-2019  
Opracowanie własne na podstawie danych przestrzennych pozyskanych z map archiwalnych.  
*The area of developed land in the town of Czarny Dunajec from 1863 to 2019*

Lp.	Źródło danych	Rok	Powierzchnia terenów zagospodarowanych (ha)	
			Powierzchnia całkowita	Powierzchnia nowych terenów
1.	II wojskowe zdjęcie topograficzne Imperium Habsburskiego 1:28 800	1863	46,38	–
2.	Mapa szczegółowa Polski Wojskowego Instytutu Geograficznego (WIG) 1:25 000	1939	53,19	18,83
3.	Mapa obrębowa powiatów 1:25 000	1966	78,95	32,64
4.	Mapa topograficzna Polski 1:10 000 układ: 1992	1995	120,96	49,05
5.	Ortofotomapa	2019	185,72	67,23

Najistotniejsze zmiany przestrzenne, będące wynikiem regulacji, nastąpiły na terenach, które niegdyś znajdowały się w obrębie aktywnego koryta Czarnego Dunajca. W XIX w. w centralnej części miejscowości znajdowała się wyspa, która już w tym okresie była częściowo zabudowana. Zabudowania te, otoczone z każdej strony wodami rzeki, miały charakter punktowy i były częściowo związane z działalnością młynów i tartaków. Istotniejsze zmiany w tym obszarze zaczęły być widoczne dopiero w latach 30. XX w., kiedy Czarny Dunajec został częściowo uregulowany. Wówczas zachodni nurt rzeki przekształcono w młynówkę, która służyła do doprowadzania wody do urządzeń wodnych. Mimo to przyrost zabudowy w porównaniu z poprzednim okresem był stosunkowo niewielki, co można tłumaczyć niedawnym przeprowadzeniem regulacji i powolnym procesem adaptacji nowych terenów pod zabudowę.

Dopiero w latach 60. XX w. zaobserwowano znaczący wzrost zabudowy w tym obszarze – powierzchnia terenów zagospodarowanych uległa podwojeniu w porównaniu z wcześniejszym okresem (ryc. 4). Ten okres wiązał się z dalszymi transformacjami koryta, które umożliwiły zagospodarowanie nowych terenów, przede wszystkim ich zabudowę. Największa ekspansja zabudowy nastąpiła jednak pomiędzy latami 60. i 90. XX w. Na mapie topograficznej z 1995 r. można zaobserwować kolejne podwojenie powierzchni zabudowy w stosunku do wcześniejszego okresu. W efekcie około 80-90% terenów znajdujących się na XIX-wiecznej wyspie zostało zabudowanych. Współcześnie, od lat 90. XX w., tempo zabudowy w tym obszarze znacząco spowolniło, co wynika z faktu, że obszar ten został już w dużej mierze zagospodarowany.

Analizując zebrane dane można zauważyć, że udział nowej zabudowy w obrębie dawnego koryta aktywnego rzeki był znaczący w stosunku do całkowitego przyrostu zabudowy w miejscowości. Wynika to z kilku czynników. Po pierwsze, tereny dawnego koryta aktywnego po regulacji rzeki stały się bardziej dostępne i atrakcyjne – były one płaskie, pozbawione przeszkód terenowych, a także położone w pobliżu centralnych części miejscowości – co ułatwiało rozbudowę infrastruktury. Po drugie, regulacja rzeki wyeliminowała ryzyko powodziowe, które wcześniej ograniczało możliwości rozwoju tych terenów. Po trzecie, ograniczenie powierzchni koryta aktywnego znacząco ułatwiło połączenie obydwu brzołów rzeki sieciami wodociągowymi, kanalizacyjnymi, elektrycznymi, gazowymi i telefo-

nicznymi, co było kolejnym krokiem w rozwoju miejscowości również na prawym brzegu rzeki. Dzięki temu rozwój przestrzenny miejscowości został znacząco ułatwiony, co można uznać za bezpośredni efekt przeprowadzonych na rzece prac regulacyjnych.

## Dyskusja

Celem badania było ukazanie zmian przestrzennych, jakie zaszły w miejscowości Czarny Dunajec w wyniku regulacji rzeki. Działania inżynierskie, takie jak regulacje rzek, budowa zapór, przekierowywanie przepływów oraz modyfikacje koryt rzecznych, były powszechnie stosowane na całym świecie (Gregory, 2006). W Europie szczególnie intensywne przekształcenia miały miejsce w górskich systemach rzecznych, co znacząco wpłynęło na ich morfodynamikę oraz hydromorfologię, zwłaszcza w regionie Alp (Früh-Müller et al., 2015; Scorpio i Piegay, 2021). Wyniki przeprowadzonych analiz dla rzeki Czarny Dunajec wskazują, że podobne zjawiska występowały także w Polsce. Czarny Dunajec, będący rzeką górską, został znacznie przekształcony, co koresponduje z obserwacjami Wohla (2006), który podkreśla, że długość rzek i strumieni górskich w Europie została istotnie zredukowana w wyniku intensywnych prac hydrotechnicznych. Na podstawie analizy kartograficznej stwierdzono, że w XIX w., przed regulacją, rzeka Czarny Dunajec w obrębie miejscowości miała wielonurtowy układ korytowy. Wnioski te są zgodne z badaniami nad innymi rzekami europejskimi, gdzie archiwalne materiały kartograficzne umożliwiły śledzenie podobnych zmian morfologicznych, np. na Dunaju w Austrii (Hohensinner et al., 2013), Sekwanie we Francji (Lestel et al., 2022) oraz Rodanie w Szwajcarii (Stäuble et al., 2008). Przeprowadzona w pracy analiza potwierdza wcześniejsze badania Wyźgi et al. (2008a) oraz Hajdukiewicz i Wyźgi (2019), które wykazały, że Czarny Dunajec był rzeką roztokową w większości swojego biegu w obrębie Kotliny Orawsko-Nowotarskiej. W literaturze dominuje pogląd, że w rzekach Karpat Zachodnich powszechnie występowały w XIX w. koryta roztokowe (Wyźga, et al., 2013). Według Witkowskiego (2021c) w tym czasie istniały zarówno pojedyncze koryta wielonurtowe, jak również układy wielokorytowe. Wyźga (2003) podkreślał, że w górnych biegach rzek karpaccich regulacje miały na celu zastąpienie ich wielonurtowych odcinków sztucznymi, jednonurtowymi kanałami. Do katalogu przyczyn regulacji rzek karpaccich Witkowski i Meus (2024) dodali budowę kanału żeglugowego.

Obszar koryta aktywnego Czarnego Dunajca już kilka lat po jego regulacji został zagospodarowany pod zabudowę. Podobne zjawisko zaobserwował Witkowski (2021a) w dolinie Skawy, gdzie nowa zabudowa była dodatkowo chroniona wałami przeciwpowodziowymi. Wały przeciwpowodziowe stały się powszechne w Karpatach po II wojnie światowej, gdy zabudowa rozprzestrzeniła się na tereny odebrane rzece. Proces ten jest powszechny na całym świecie (Rajib et al., 2023). W przypadku Czarnego Dunajca budowa wałów nie była konieczna, ponieważ rzeka znacząco wcięła się w swoje koryto (Zawiejska et al., 2015). W całej Europie wcinanie jest jedną z przyczyn ograniczenia zagrożenia powodziowego (Stecca et al., 2019). Bezpieczeństwo powodziowe na terenach odebranych rzece jest jednak iluzoryczne (Romanowicz et al., 2014). Ze względu na bliskość rzeki obszary te mogą zostać zalane w sytuacji wystąpienia większych fal powodziowych, czego w dobie zmian klimatu nie można wykluczyć. Problem nadmiernego zagospodarowywania den dolin zamiast rozwijania programów renaturyzacyjnych jest powszechny w krajach postsocjalistycznych (Ianoş et al., 2012).

Wykorzystana metoda analizy materiałów kartograficznych stanowi doskonałe narzędzie do zbadania relacji między użytkowaniem terenu a regulacją rzek. Na podstawie map archiwalnych możliwe było prześledzenie przekształceń koryta rzeki od XIX w. po czasy współczesne, co pozwoliło zidentyfikować kluczowe etapy rozwoju przestrzennego miejscowości. Już XIX-wieczne mapy austriackie są uważane za kartometryczne (Konias, 2000; Vichrova, 2012). Należy jednak wziąć pod uwagę, że mapy sporządzane na przestrzeni lat charakteryzowały się różnym stopniem szczegółowości i generalizacji. W związku z tym uzyskane wyniki należy traktować jako szacunkowe, a nie jako dokładne dane źródłowe (Kaim et al., 2016). Niemniej jednak, zastosowane materiały kartograficzne umożliwiły wykazanie istotnych zmian w obrębie koryta Czarnego Dunajca oraz pozwoliły na uchwycenie związku między regulacją rzeki a zmianami w zagospodarowaniu terenu. Również przy ewentualnym projektowaniu działań renaturyzacyjnych w dolinie Czarnego Dunajca należałoby prześledzić historyczne zmiany położenia i charakteru rzeki, do czego dawne mapy są wykorzystywane w Europie Zachodniej (Scorpio et al., 2018).

### Podsumowanie i wnioski

Regulacja koryta Czarnego Dunajca odegrała kluczową rolę w przestrzennym rozwoju miejscowości. Od połowy XIX w. rzeka wyznaczała granice ekspansji zabudowy, jednak wraz z kolejnymi pracami regulacyjnymi zabudowa sukcesywnie zbliżała się do jej brzegów. W rezultacie tereny nadrzeczne w Czarnym Dunajcu zostały intensywnie zagospodarowane, a obecnie 3,05 ha obszarów zagospodarowanych znajduje się na terenach dawniej stanowiących część koryta rzeki. Stopień presji urbanizacyjnej na obszary nadrzeczne był bezpośrednio związany z poziomem regulacji rzeki. Największe prace przeprowadzono w drugiej połowie XX w., kiedy to intensywna eksploatacja rzeki na skalę przemysłową doprowadziła do przeobrażenia jej dna z aluwialnego w skalne. W odpowiedzi na te zmiany rzekę znacznie zwężono i uregulowano przy użyciu stopni i progów wodnych, co stało się impulsem dla dalszej zabudowy w jej bezpośrednim sąsiedztwie. Pomimo korzyści doraźnych działania te wywarły negatywny wpływ na środowisko. Zabudowanie naturalnych korytarzy ekologicznych oraz postępująca presja urbanizacyjna wciąż stanowią poważne zagrożenie dla lokalnej fauny i flory. Kluczową rolę w procesie urbanizacji obszarów nadrzecznych odgrywały lokalne władze, których decyzje dotyczące planowania przestrzennego istotnie wpłynęły na kształtowanie się zabudowy. Niewystarczająca ochrona terenów nadrzecznych oraz brak skutecznych regulacji przestrzennych umożliwiły rozwój budownictwa na obszarach dawnego koryta rzeki, co dodatkowo zwiększyło ryzyko powodziowe. W kontekście zmian klimatycznych, które nasilają ekstremalne zjawiska pogodowe, znaczenie odpowiedzialnego zarządzania przestrzenią staje się kluczowe.

Współczesna zabudowa Czarnego Dunajca ma charakter koncentryczny, ale niestety tendencja wkraczania na tereny nadrzeczne i zbliżania się do cieku pozostaje aktualna. W obliczu tych wyzwań warto rozważyć renaturyzację koryta Czarnego Dunajca. Tego rodzaju działania mogłyby zwiększyć potencjał środowiskowy rzeki i jej otoczenia, zmniejszyć zagrożenie powodziowe oraz poprawić retencję wód, co jest szczególnie istotne w kontekście narastającego zagrożenia suszą. Ważnym elementem strategii renaturyzacyjnej powinno być ograniczenie zabudowy na terenach zalewowych poprzez wyznaczenie stref buforowych wzdłuż rzeki, które mogłyby pełnić funkcję ochronną i ekologiczną. Takie po-

dejsie nie tylko zmniejszyloby ryzyko powodziowe, ale rowniez pozwoliloby na poprawe warunkow srodowiskowych. Odsuniecie zabudowy od rzeki wplyneloby takze korzystnie na ochronę krajobrazu, stanowiacego wazny element oferty turystycznej regionu Podhala. Co wiecej, nowe, zielone przestrzenie wzdluz rzeki moglyby pelnic funkcje rekreacyjna, sluzac lokalnej spolecznosci.

## Piśmiennictwo

- Bartnik, W., & Książek, L. (2007). Regulacja rzek i potoków górskich w warunkach równowagi hydrodynamicznej. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 4(2), 15-26.
- Castonguay, S., & Evenden, M. (red.). (2012). *Urban Rivers: Remaking Rivers, Cities, and Space in Europe and North America*. University of Pittsburgh Press.  
<http://doi.org/10.1007/s12685-012-0068-5>
- Czajacka, B. (1997). Pod berłem Habsburgów (1770-1918). W: F. Kiryk (red.), *Czarny Dunajec i okolice, zarys dziejów do roku 1945* (s. 163-326). Kraków: Wydawnictwo Secesja.
- Dudziak, J. (1965). Dzika eksploatacja kamienia w powiecie nowotarskim. *Ochrona przyrody*, 31, 161-187.
- Falniowska-Gradowska, A. (1997). W okresie staropolskim. W: F. Kiryk (red.), *Czarny Dunajec i okolice, zarys dziejów do roku 1945* (s. 57-162). Kraków: Wydawnictwo Secesja.
- Früh-Müller, A., Wegmann, M., & Koellner, T. (2015). Flood exposure and settlement expansion since pre-industrial times in 1850 until 2011 in north Bavaria, Germany. *Regional Environmental Change*, 15, 183-193. <https://doi.org/10.1007/s10113-014-0633-9>
- Gregory, K.J. (2006). The human role in changing river channels. *Geomorphology*, 79(3-4), 172-191.
- Hajdukiewicz, H., & Wyźga, B. (2019). Aerial photo-based analysis of the hydromorphological changes of a mountain river over the last six decades: The Czarny Dunajec, Polish Carpathians. *Science of the total environment*, 648, 1598-1613. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.234>
- Hajdukiewicz, H., Wyźga, B., & Zawiejska, J. (2019). Twentieth-century hydromorphological degradation of Polish Carpathian rivers. *Quaternary International*, 504, 181-194.  
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.12.011>
- Hohensinner, S., Lager, B., Sonnlechner, C., Haidvogel, G., Gierlinger, S., Schmid, M., Krausmann, F., & Winiwarter, V. (2013). Changes in water and land: the reconstructed Viennese riverscape from 1500 to the present. *Water History*, 5, 145-172. <https://doi.org/10.1007/s12685-013-0074-2>
- Ianoş, I., Sirodoev, I., & Pascariu, G. (2012). Land-use conflicts and environmental policies in two post-socialist urban agglomerations: Bucharest and Chişinău. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 7(4), 125-136.
- Jankowski, W. (2007). Dlaczego powinniśmy chronić doliny rzeczne? W: P. Nieznański (red.), *Bezpieczna gmina nad Odrą* (s. 11-12). Wrocław: Wydawnictwo WWF.
- Kaim, D., Kozak, J., Kolecka, N., Ziółkowska, E., Ostafin, K., Ostapowicz, K., Gimmi, U., Munteanu, C., & Radeloff, V.C. (2016). Broad scale forest cover reconstruction from historical topographic maps. *Applied Geography*, 67, 39-48. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.12.003>
- Koczur, A. (1999). Wpływ zabudowy rzeki Czarny Dunajec na dynamikę wędrowek roślin górskich. *Ochrona przyrody*, 56, 35-49.
- Kondolf, G.M. (1997). PROFILE: hungry water: effects of dams and gravel mining on river channels. *Environmental management*, 21(4), 533-551.

- Konias, A. (2000). *Kartografia topograficzna Śląska Cieszyńskiego i zaboru austriackiego od II połowy XVIII wieku do początku XX wieku*. Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego.
- Krzemień, K., & Gorczyca, E. (2021). Stan koryt rzek i potoków górskich w warunkach seminaturalnych i silnej antropopresji na przykładzie Karpat Polskich. W: E. Gorczyca, A. Pawlik, K. Krzemień (red.), *Procesy fluwialne a utrzymanie rzek i potoków górskich* (s. 13-24). Kraków: Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ.
- Krzysztofik, R. (2007). *Lokacje miejskie na obszarze Polski: dokumentacja geograficzno-historyczna*. Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego.
- Kukulak, J. (1997). Środowisko przyrodnicze. W: F. Kiryki (red.), *Czarny Dunajec i okolice, zarys dziejów do roku 1945* (s. 13-56). Kraków: Wydawnictwo Secesja.
- Lestel, L., Eschbach, D., Meybeck, M., & Gob, F. (2020). The Evolution of the Seine Basin Water Bodies Through Historical Maps. W: N. Flipo, P. Labadie, L. Lestel (red.), *The Seine River Basin. The Handbook of Environmental Chemistry*, 90 (s. 29-57). Springer, Cham.  
[https://doi.org/10.1007/698\\_2019\\_396](https://doi.org/10.1007/698_2019_396)
- Liszewski, S. (2012). Fizjografia urbanistyczna. W: S. Liszewski (red.), *Geografia urbanistyczna* (s. 15-44). Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Łajczak, A., Cieszkowski, M., & Zarychta, R. (2024). Poglądy o drenażu wód powierzchniowych w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej (Karpaty Zachodnie) w neogenie i czwartorzędzie-przeгляд krytyczny. *Landform Analysis*, 43, 23-40. <https://doi.org/10.12657/landfana-043-003>
- Mikuś, P., Wyźga, B., Kaczka, R.J., Walusiak, E., & Zawiejska, J. (2013). Islands in a European mountain river: linkages with large wood deposition, flood flows and plant diversity. *Geomorphology*, 202, 115-127.
- Nilsson, C., & Berggren, K. (2000). Alterations of riparian ecosystems caused by river regulation: Dam operations have caused global-scale ecological changes in riparian ecosystems. How to protect river environments and human needs of rivers remains one of the most important questions of our time. *BioScience*, 50(9), 783-792.  
[https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2000\)050\[0783:AORECB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2000)050[0783:AORECB]2.0.CO;2)
- Radwańska-Paryska, Z., & Paryski, W.H. (1995). *Wielka encyklopedia tatrzańska*. Poronin: Wydawnictwo Górskie.
- Rajib, A., Zheng, Q., Lane, C.R., Golden, H.E., Christensen, J.R., Isibor, I.I., & Johnson, K. (2023). Human alterations of the global floodplains 1992-2019. *Scientific Data* 10, 499.  
<http://doi.org/10.1038/s41597-023-02382-x>
- Romanowicz, R.J., Nachlik, E., Januchta-Szostak, A., Starkel, L., Kundzewicz, Z.W., Byczkowski, A., Kowalczak, P., Żelaziński, J., Radczuk, L., Kowalik, P., & Szamałek, K. (2014). Zagrożenia związane z nadmiarem wody. *Nauka*, 1, 123-148.
- Rybczyński, M. (1929). Drogi wodne i regulacja rzek. *Przeгляд Techniczny*, 4-5, 151-157.
- Scorpio, V., & Piégay, H. (2021). Is afforestation a driver of change in Italian rivers within the Anthropocene era? *Catena*, 198, 105031. <http://doi.org/10.1016/j.catena.2020.105031>
- Scorpio, V., Surian, N., Cucato, M., Dai Prá, E., Zolezzi, G., & Comiti, F. (2018). Channel changes of the Adige River (Eastern Italian Alps) over the last 1000 years and identification of the historical fluvial corridor. *Journal of Maps*, 14(2), 680-691. <https://doi.org/10.1080/17445647.2018.1531074>
- Ślódzcyk, J. (2014). Rzeka w lokalizacji i przestrzennym rozwoju miasta. W: M. Śliwa (red.), *Problemy i wyzwania w zagospodarowaniu przestrzennym terenów nadrzecznych miast* (s. 47-60). Opole: Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego.

- Solon, J., Borzyszkowski, J., Bidłasik, M., Richling, A., Badora, K., Balon, J., Brzezińska-Wójcik, T., Chabudziński, Ł., Dobrowolski, R., Grzegorzczak, I., Jodłowski, M., Kistowski, M., Kot, R., Krąż, P., Lechnio, J., Macias, A., Majchrowska, A., Malinowska, E., Migoń, P., Myga-Piątek, U., Nita, J., Papińska, E., Rodzik, J., Strzyż, M., Terpiłowski, S., & Ziaja, W. (2018). Physico-geographical mesoregions of Poland: Verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. *Geographia Polonica*, 91, 143-170. <https://doi.org/10.7163/GPol.0115>
- Stäubli, S., Martin, S., & Reynard, E. (2008). Historical mapping for landscape reconstruction. Examples from the Canton of Valais (Switzerland). W: H. Lorenz, K. Karel, (red.) *Mountain Mapping and Visualization* (s. 211-217). Zurich: ETH Zurich Institute of Cartography.
- Stecca, G., Zolezzi, G., Hicks, D.M., & Surian, N. (2019). Reduced braiding of rivers in human-modified landscapes: Converging trajectories and diversity of causes. *Earth-science reviews*, 188, 291-311. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.10.016>
- Szymańska, D. (2013). *Geografia osadnictwa*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (Dz.U.2022.2625).
- Vichrova, M. (2012). Digital terrain model of the Second Military Survey. Two model territories: the surroundings of the town Rokycany and part of the military training area Brdy. *E-Perimetron*, 7(3), 124-135.
- Walas, J. (1938). Wędrówki roślin górskich wzdłuż rzek tatrzańskich. *Sprawozdania Komisji Fizjograficznej Polskiej Akademii Umiejętności*, 72, 1-131.
- Wawręty, R., & Rutkowski, M. (2004). *Przyjazne środowisku metody ochrony przed powodzią. Broszura informacyjna wydana w ramach „Kampanii na rzecz przyjaznych środowisku metod ochrony przeciwpowodziowej”*. Towarzystwo na rzecz Ziemi, WWF Polska. Oświęcim: Klub Gaja.
- Winiwarter, V., Haidvogel, G., Hohensinner, S., Friedrich, H., & Bürkner, M. (2016). The long-term evolution of urban waters and their nineteenth century transformation in European cities. A comparative environmental history. *Water History*, 8, 209-233. <https://doi.org/10.1007/s12685-016-0172-z>
- Witkowski, K. (2021a). Man's impact on the transformation of channel patterns (the Skawa River, southern Poland). *River Research and Applications*, 37, 150-162. <https://doi.org/10.1002/rra.3702>
- Witkowski, K. (2021b). The Galician Canal – An unrealized project that changed the rivers in the northern part of the Carpathians. *River Research and Applications*, 37(9), 1343-1356. <https://doi.org/10.1002/rra.3846>
- Witkowski, K. (2021c). Reconstruction of nineteenth-century channel patterns of Polish Carpathians rivers from the Galicia and Bucovina map (1861-1864). *Remote Sensing*, 13(24), 5147. <https://doi.org/10.3390/rs13245147>
- Witkowski, K., & Meus, K., (2024). The Oder-Vistula-Dniester Canal – the infrastructural legacy of the Habsburg Empire. *Journal of Historical Geography*, 86, 149-162. <https://doi.org/10.1016/j.jhg.2024.08.001>
- Wohl, E. (2006). Human impacts to mountain streams. *Geomorphology*, 79(3-4), 217-248. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.06.020>
- Wyźga, B. (1993). Present-day changes in the hydrologic regime of the Raba River (Carpathians, Poland) as inferred from facies pattern and channel geometry. W: M. Marzo, C. Puigdefabregas (red.), *Alluvial Sedimentation*, 305-316.
- Wyźga, B. (2003). Współczesne wcinanie się rzek polskich Karpat – przyczyny, przebieg i skutki. W: J. Lach (red.), *Dynamika zmian środowiska geograficznego pod wpływem antropopresji* (s. 161-167). Kraków: Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

- Wyźga, B., Hajdukiewicz, H., Radecki-Pawlik, A., & Zawiejska, J. (2010). Eksploatacja osadów z koryt rzek górskich – skutki środowiskowe i procedury oceny. *Gospodarka Wodna*, 6, 243-249.
- Wyźga, B., Zawiejska, J., & Hajdukiewicz, H. (2013). Uwarunkowania występowania i przyczyny zniknięcia wielonurtowej morfologii rzek polskich Karpat. W: B. Wyźga (red.) *Stan środowiska rzek południowej Polski – znaczenie, degradacja i możliwości rewitalizacji rzek wielonurtowych* (s. 7-32). Kraków: Instytut Ochrony Przyrody PAN.
- Wyźga, B., Zawiejska, J., & Hajdukiewicz, H. (2016). Multi-thread rivers in the Polish Carpathians: occurrence, decline and possibilities of restoration. *Quaternary International*, 415, 344-356. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.05.015>
- Wyźga, B., Zawiejska, J., Radecki-Pawlik, A., & Amirowicz, A. (2008a). Ocena hydromorfologicznej jakości rzeki górskiej na przykładzie Czarnego Dunajca. W: B. Wyźga (red.), *Stan środowiska rzek południowej Polski i możliwości jego poprawy – wybrane aspekty* (s. 103-119). Kraków: Instytut Ochrony Przyrody PAN.
- Wyźga, B., Amirowicz, A., Radecki-Pawlik, A., & Zawiejska, J. (2008b). Zróżnicowanie hydromorfologiczne rzeki górskiej a bogactwo gatunkowe i liczebność ichtiofauny. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 2, 273-285.
- Zawiejska, J., & Wyźga, B. (2008). Transformacja koryta Dunajca w XX wieku jako wynik ingerencji człowieka i zmian środowiskowych w zlewni. W: B. Wyźga (red.), *Stan środowiska rzek południowej Polski i możliwości jego poprawy – wybrane aspekty* (s. 41-50). Kraków: Instytut Ochrony Przyrody PAN.
- Zawiejska, J., Wyźga, B., & Radecki-Pawlik, A. (2015). Variation in surface bed material along a mountain river modified by gravel extraction and channelization, the Czarny Dunajec, Polish Carpathians. *Geomorphology*, 231, 353-366. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2014.12.026>
- Żelazo, J. (2009). Wybrane problemy zabudowy rzek o szczególnych wartościach przyrodniczych. *Nauka Przyroda Technologie*, 3(3), 1-13.

## Summary

This article analyses the impact of river regulation on the spatial development of the town of Czarny Dunajec in southernmost Poland, close to the Slovakian border. It focuses on the transformation of the Czarny Dunajec River from a multi-thread, braided system in the 19<sup>th</sup> century through to being a regulated, single-thread watercourse in the 20<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> centuries. The study highlights how these changes facilitated urban expansion and reshaped the town's spatial structure.

At the beginning of the study period, the river's active channel covered 128.69 ha, and was characterised by a natural and dynamic morphology. Over time, extensive regulatory efforts, including straightening, narrowing, and the construction of sediment-control barriers, reduced the area of the active channel to 19.44 ha by 2019—an 85% reduction. This transformation liberated considerable areas of land occupied previously by the river, making them available for development. The town's built-up area expanded from 46.38 ha in 1863 to 185.72 ha in 2019, with much of this growth occurring within the former riverbed. Regulatory interventions effectively eliminated the risk of flooding in adjacent areas, encouraging urbanisation and the construction of infrastructure. Historical data reveal that the most major changes occurred in the mid-20<sup>th</sup> century, when the stabilisation of the river channel allowed for intensified land use in riparian zones.

However, the environmental costs of these changes were substantial. The transformation of the river into an artificial, narrowed channel disrupted natural habitats, reduced ecological connectivity, and had an adverse effect on biodiversity. Additionally, the decreased capacity for natural water retention increased the region's vulnerability to drought. Urban encroachment into riparian zones further limited opportunities for ecological restoration, compounding these challenges.

The study emphasises the dual role of river regulation as both a driver of urban growth and a source of environmental degradation. While the regulation of the Czarny Dunajec River facilitated spatial development, it also had far-reaching ecological consequences. Future efforts should focus on balancing development needs with environmental protection. Renaturalisation or rewilding projects, and the establishment of buffer zones, could mitigate the negative impacts of urbanisation, enhance biodiversity, and strengthen the region's resilience to climate-related risks.

This research contributes to the broader understanding of how river regulation influences spatial planning and environmental sustainability, offering valuable insights for those managing similar challenges in other regions.