

Marcin Gorączko¹, Bogusław Pawłowski²

¹ Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Katedra Ekoinżynierii i Fizykochemii Środowiska, email: gorgon@utp.edu.pl

² Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Wydział Nauk o Ziemi, Katedra Hydrologii i Gospodarki Wodnej,

Wpływ zmian klimatu na turystyczne wykorzystanie śródlądowych dróg wodnych na przykładzie wybranego odcinka dolnej Wisły

The influence of climate change on tourist use of inland waterways at a selected reach of the lower Vistula

Abstract: In recent years, many regions of Poland have attempted to revitalise their waterways. In these projects it is necessary to take account of both present climate impact and predicted climate changes and their influence on the hydrological regime. Spring floods at the analysed river reach are progressively less frequent. For over 30 years the annual distribution of water levels has been dominated by low water. Currently, ice phenomena tend to commence much later and end earlier. The only beneficial effect of the changes is more intense use of the waterway in the cold half-year.

Streszczenie: W ostatnich latach, w wielu regionach kraju podejmowane są próby rewitalizacji dróg wodnych. W przedsięwzięciach tych konieczne jest uwzględnienie wpływu zachodzących i prognozowanych zmian klimatycznych oraz ich wpływu na kształtowanie reżimu hydrologicznego. Coraz rzadziej na analizowanym odcinku Wisły dochodzi do wysokich wezbrań wiosennych. W rocznym rozkładzie stanów wody od ponad 30 lat dominują niżówki. Obecnie zjawiska lodowe rozpoczynają się zdecydowanie później i kończą wcześniej. Jednym z następstw zachodzących zmian jest możliwość bardziej intensywnego niż w przeszłości użytkowania szlaku wodnego w półroczu chłodnym.

Keywords: climate change, floods, low water, ice phenomena, lower Vistula, river tourism

Słowa kluczowe: zmiany klimatyczne, wezbrania, niżówki, zjawiska lodowe, dolna Wisła, turystyka rzeczna

1. Wprowadzenie

Dobrze rozwinięta sieć hydrograficzna w Polsce, występująca w bezpośrednim sąsiedztwie najważniejszych ośrodków miejskich oraz znacznej części obszarów o wysokich walorach przyrodniczych, kulturowych i krajobrazowych, stanowi ogromny, ale słabo dotychczas wykorzystany, potencjał dla rozwoju turystyki wodnej. Z uwagi na zróżnicowanie parametrów technicznych, generalnie odbiegających od standardów europejskich, polskie drogi wodne nie tworzą zwanego systemu komunikacyjnego, a więc ich użytkowanie może odbywać się jedynie lokalnie. W ostatnich latach, w wielu regionach kraju

podejmowane są próby rewitalizacji dróg wodnych. W przedsięwzięciach tych, konieczne jest uwzględnienie wpływu zachodzących obecnie, ale także prognozowanych na przyszłość, zmian klimatycznych oraz ich wpływu na kształtowanie reżimu hydrologicznego rzek. Dotyczy to zwłaszcza zjawisk ekstremalnych, takich jak wezbrania i niżówki. Zjawiska związane z nadmiarem wody w dolinach rzecznych, bądź jej niedoborem, w oczywisty sposób wyznaczają granice bezpieczeństwa, w jakich może być uprawiana turystyka rzeczna. Ruch pasażerski na rzekach, bez względu na wielkość jednostek

pływających, może się rozwijać jedynie w oparciu o odpowiednio przygotowaną i utrzymaną infrastrukturę techniczną i usługową, lokalizowaną wzdłuż brzegów koryt rzecznych, a więc w bardzo zmiennej w krótkich okresach czasu, strefie kontaktu pomiędzy wodami znajdującymi się w ruchu a lądem. Przewidywane

zmiany reżimu rzeki należy zaliczyć do istotniejszych czynników mających wpływ na jej projektowanie, budowę i eksploatację. Powyższe zagadnienia w szczególności dotyczą dolnego biegu Wisły, ze względu na jego potencjalnie duże znaczenie w aktywizacji lokalnej, krajowej i międzynarodowej żeglugi pasażerskiej.



Rycina 1. Położenie analizowanego odcinka Wisły w układzie sieci dróg wodnych w Polsce

Autorzy skupili się na odcinku dolnej Wisły pomiędzy Toruniem a Bydgoszczą - dwoma największymi miastami województwa kujawsko-pomorskiego, zestawiając dotychczasowe wyniki badań hydrologicznych, w dużej mierze oparte na danych hydrologicznych udostępnionych przez IMGW PIB i RZGW w Gdańsku. Zarówno Toruń jak i Bydgoszcz leżą wzdłuż międzynarodowej drogi wodnej E40, łączącej

Morze Czarne z Morzem Bałtyckim (Ryc. 1). Dodatkowo przez Bydgoszcz przebiega międzynarodowa droga wodna E70 biegnąca od wybrzeży Atlantyku do wybrzeży Bałtyku. Pomimo tak korzystnego położenia hydrograficznego, w przypadku obydwu miast udział turystów docierających do nich drogą wodną ma zupełnie marginalne znaczenie.

2. Charakterystyka obszaru pod kątem stanu rozwoju turystyki rzecznej

Toruń, z zachowanym do dziś w bardzo dobrym stanie średniowiecznym zespołem staromiejskim (wpisanym na Listę Światowego Dziedzictwa Kulturowego UNESCO), zaliczany jest do miast o największym znaczeniu turystycznym w Polsce. Rocznie, liczba turystów odwiedzających Toruń przekracza 1,5 mln osób, z czego około 20% stanowią goście z zagranicy. Tereny

otwarte nad rzeką koncentrują się na prawym jej brzegu, wzdłuż murów miejskich, gdzie pomiędzy Bulwarem Filadelfijskim a Wisłą poprowadzony został szeroki trakt spacerowy o długości około 1 km. Przylega on do otoczonej murami starówki, od drugiej zaś strony opada stopniami w kierunku koryta Wisły. Przy nabrzeżu cumują zazwyczaj dwa statki pasażerskie, które

w sezonie letnim realizują krótkie rejsy po Wiśle. Trzecia, mniejsza jednostka kursuje na trasie od Bulwaru Filadelfijskiego do znajdującej się na przeciwległym brzegu Kępy Bazarowej. Własne sekcje wiosłarskie posiadają Toruński Klub Sportowo-Turystyczny „Budowlani” oraz AZS UMK ENERGIA Toruń. Obecnie, przy Bulwarze Filadelfijskim znajduje się także tablica upamięt-

niająca powstanie w Toruniu Oficerskiej Szkoły Marynarki Wojennej, ustawiona na nabrzeżu zabytkowa łódka „Katarzynka” oraz tablica upamiętniająca powstanie popularnego polskiego filmu „Rejs”, którego pierwsze sceny kręcone były właśnie w Toruniu. U wylotu ulicy Mostowej, znajduje się platforma widokowa zbudowana w formie przyczółka mostowego (Fot. 1).



Fotografia 1. Platforma widokowa wybudowana w miejscu istnienia w latach 1500-1877 drewnianego mostu w Toruniu (fot. B. Pawłowski).

Związek miasta z rzeką jest jeszcze bardziej eksponowany w ofercie turystycznej w przypadku Bydgoszczy, aczkolwiek dotyczy to nie tyle Wisły (stanowiącej wschodnią granicę miasta), co uchodzącej do niej Brdy. W Bydgoszczy z roku na rok zwiększa się udział powierzchni przystosowanych do celów rekreacyjnych i turystycznych położonych nad ciekami. W ich obrębie znajduje się szereg obiektów stanowiących zabytki hydrotechniczne, związane z czasami świetności Bydgoskiego Węzła Wodnego, w przeszłości ważnej arterii wodnej. Dzięki skanalizowaniu Brdy na przełomie XIX i XX wieku, Bydgoszcz jest obecnie jednym z niewielu miast w Polsce, w którym zabudowa miejska może być bezpiecznie lokalizowana w bezpośrednim jej sąsiedztwie. Od 2006 roku na Brdzie, od maja do października, kursuje tzw. Bydgoski Tramwaj Wodny. Są to trzy jednostki pasażerskie wykonujące regularne, zgodnie z rozkładem, rejsy. W okresie letnim na Brdzie dość powszechnie uprawiane

jest kajakarstwo. Ogólnie całkowita wielkość ruchu turystycznego w Bydgoszczy szacowana jest na ponad 600 tys. osób rocznie, a za najbardziej popularny wśród mieszkańców i turystów rejon miasta obecnie uważana jest zrewitalizowana Wyspa Młyńska na Brdzie, z szeregiem zabytkowych obiektów magazynowych i przemysłowych.

Analizowany odcinek Wisły między Toruniem a Bydgoszczą, został uregulowany w II połowie XIX wieku, co z jednej strony wpłynęło na polepszenie warunków żeglugowych, z drugiej jednak, na skutek likwidacji licznych śródkorytowych wysp (kęp wiślanych), przyczyniło się znacznie do zmniejszenia atrakcyjności krajobrazowej w dolinie. Mimo to, dolna Wisła nadal jest dość powszechnie postrzegana jako rzeka przeobrażona znacznie w mniejszym stopniu niż podobne, wielkie rzeki w Europie Zachodniej, przede wszystkim ze względu na obecność lasów łągowych w obrębie terasy zalewowej.

W nadchodzących latach należy się spodziewać istotnej rozbudowy zaplecza służącego uprawianiu turystyki wodnej. Dotyczy to w szczególności Bydgoskiego Węzła Wodnego. W 2012 roku oddano do użytku przystań sportowo-turystyczną na Wyspie Młyńskiej. W dalszej kolejności planowana jest budowa dużej mariny jachtowej w obrębie toru regatowego, położonego przy ujściu Brdy, zwiększenie zasięgu jednostek pływających w ramach Bydgoskiego Tramwaju Wodnego aż do Brdujścia a może nawet do znajdującego się około 3 km w dół biegu Wisły zespołu pałacowego w Ostromecku położonego na terenie gminy Dąbrowa Chełmińska. Przewiduje się także przekształcenie strefy nadrzecznej w Bydgoszczy-Fordonie w obszar służący turystyce wodnej i rekreacji. Wydaje się, że naturalną konsekwencją tych i podobnych działań, będzie dążenie w przyszłości do regularnego skomuni-

kowania drogą wodną, poprzez Wisłę, aglomeracji bydgosko-toruńskiej, w miejsce sporadycznie realizowanych rejsów okazjonalnych, z jakimi mamy aktualnie do czynienia.

W tej sytuacji podstawowego znaczenia nabiera kwestia ustalenia czy i w jakim stopniu sygnalizowane od kilkunastu lat przez wielu badaczy (np. Kundzewicz, Kowalczak, 2008; Przybylak i in., 2012, IMGW-PIB, 2012, Hattermann i in., 2013, Przybylak, 2014) zmiany klimatyczne wpłynęły na reżim Wisły? Czy dotychczasowy stan wiedzy na temat nadzwyczajnych zjawisk hydrologicznych w jej dorzeczu, oparty na długich często ponad stuletnich ciągach pomiarowych, stanowi wystarczającą podstawę do ich prognozowania na przyszłość? Czy jest wręcz przeciwnie, gdyż mamy do czynienia z sytuacją nową, wymagającą szczegółowego rozpoznania.

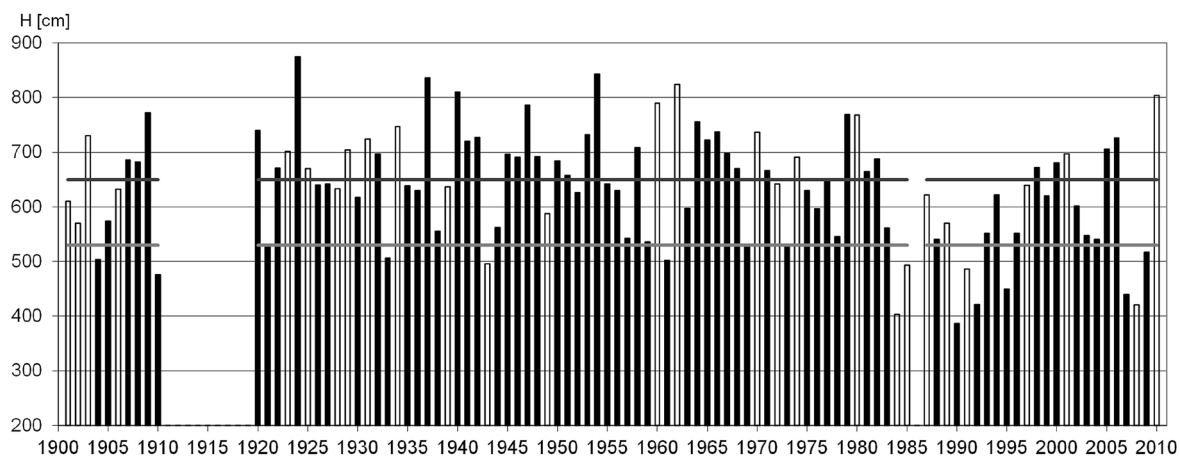
3. Analiza wezbrań i niżówek

Wezbrania

Przyjęło się uważać, że typowym wysokim i długotrwałym wezbraniem dla odcinka dolnej Wisły jest roztopowe wezbranie wczesnowiosenne, związane z topnieniem się pokrywy śnieżnej w środkowej i południowej części dorzecza. Znajduje to potwierdzenie w zapisie historycznych danych pomiarowych pochodzących z posterunków zlokalizowanych wzdłuż rzeki, a przede wszystkim w informacjach zawartych na zachowanych tutaj tzw. znakach wielkiej wody (Gorączko, Gadomski, 2011; Pawłowski, Gorączko, 2014). Szczególnie wysokie kulminacje były osiągane w sytuacji, kiedy fali wezbrania roztopowego towarzyszyły zatary lodowe (także jako wynik dłuższego występowania pokrywy lodowej w dolnym biegu rzeki). Taką genezę miały wyjątkowo dotkliwe powodzie w latach: 1924, 1937, 1940, 1947, 1954, a także w 1889 i 1888 oraz szereg wcześniejszych. Znamienne jednak jest to, że w rejonie Bydgoszczy po raz ostatni groźne wezbranie spowodowane zatorem odnotowano w roku 1966 a więc blisko pół wieku temu. Generalnie, w ostatnich kilkudziesięciu latach na dolnej Wiśle nastąpiły bardzo istotne zmiany w przebiegu zjawisk lodowych. Część z nich przedstawiono w dalszej części pracy.

Generalnie, cały wiek XX i pierwsza dekada wieku XXI to okres zróżnicowanej dynamiki

nadzwyczajnych stanów wody na dolnej Wiśle (Ryc. 2). Dla przykładu, do początku lat 80. XX wieku w rejonie Bydgoszczy wezbrania przekraczające stan alarmowy pojawiały się średnio co dwa lata. Następnie, w latach 1983-1997, żadne z wezbrań nie przekroczyło tego poziomu (mimo wystąpienia tzw. powodzi tysiąclecia na południu Polski w 1997 roku). Od końca lat 90. XX wieku do chwili obecnej mamy do czynienia z kombinacją dwóch wydzielonych okresów - stan alarmowy przekraczany jest średnio co dwa, trzy lata, z tym, że lata o wysokich kulminacjach chronologicznie sąsiadują z latami kiedy parametr ten jest wyraźnie niższy, często nie osiągający nawet stanu ostrzegawczego. Dysponując zestawieniem wartości rocznych kulminacji można stwierdzić, że w całym rozpatrywanym wieloleciu, 63% kulminacji przypadało na półrocze chłodne, pozostała część została osiągnięta w wyniku późnowiosennych lub letnich opadów deszczu. W ostatnich latach, w największym stopniu uległ zmianie przebieg klasycznych wezbrań roztopowych. Na skutek zmian klimatycznych zwiększyła się częstość występowania zim o łagodnym przebiegu, niewielkich opadach śniegu i częstych odwilżach śródziemnych. Ciekawym przykładem może być tutaj wezbranie wiosenne w 2010 roku. Pomimo, iż w sezonie zimowym



Rycina 2. Maksymalne roczne kulminacje wezbrań na Wiśle w Fordoniu w latach 1901-1910 i 1920-2010 w odniesieniu do stanu ostrzegawczego i alarmowego. Kolumny z wypełnieniem ciemnym – półrocze chłodne, kolumny z wypełnieniem jasnym – półrocze ciepłe (opracowanie na podstawie: Gorączko 2012, zmienione).

2009/2010 w dorzeczu Wisły doszło do nagromadzenia się zasobów wody porównywalnych przez niektórych do sytuacji z tzw. zimy stulecia 1978/1979, dzięki temu, że roztopy były równomiernie rozłożone w czasie udało się uniknąć na dolnej Wiśle ekstremalnie wysokich kulminacji wiosennych.

Sytuacja hydrologiczna na analizowanym odcinku dolnej Wisły w roku 2010 jest zna-

mienna także z innego powodu. Doszło wówczas do przejścia kilku wysokich fal powodziowych spowodowanych opadami w półroczu letnim. Jedna z nich (w trzeciej dekadzie maja) pod względem wysokości kulminacji była porównywalna z najwyższymi zanotowanymi jak dotąd w historii obserwacji hydrologicznych, zarówno w przypadku Bydgoszczy jak i Torunia (Fot. 2).

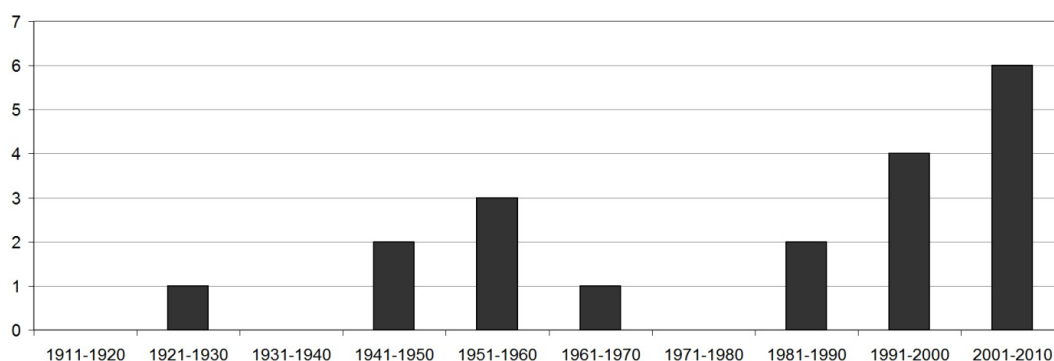


Fotografia 2. Wezbranie opadowe w maju 2010 roku – widok odcinka Wisły powyżej Torunia w rejonie ujścia Drwęcy (fot. B. Pawłowski)

Niżówki

Istotne dla transportu rzeczno-żeglownego są przepływy (stany wody) w przedziale od średnich w danym roku (SW) do najniższych obserwowanych stanów wody (NNW) włącznie. Należy przyjąć, że stany wody dolnej Wisły poniżej SW na odcinku nieuregulowanym powyżej zbiornika i erozyjnym, poniżej zapory we Włocławku, są niewystarczające dla prawidłowo funkcjonującego transportu wodnego, zaś dla uregulowanego – warunkowo do stanów średnich z najniższych z obserwowanych danym okresie (SNW). Generalnie, w latach przeciętnych i wilgotnych, na analizowanym odcinku uregulowanym ok. 90 dni w roku jest niekorzystne dla żeglugi (SNW).

Natomiast w latach suchych jest to aż 200 dni (Babiński, Habel, 2013). Istotnym czynnikiem utrudniającym szeroko pojęty transport na Wiśle jest problem piaszczysto-żwirowych łach w korycie, ich morfologia i morfodynamika. Przebieg stanu wody ma wpływ na czas ich wynurzenia. Niżej dokonano zestawienia częstości pojawiania się lat o średnim stanie wody rocznym poniżej dolnej granicy średniej wody - 283 cm (IMiGW 1976), w okresie 1911-2010 w Toruniu na podstawie serii danych opublikowanych przez J. Makowskiego i A. Tomczak (2002), które uzupełniono danymi RZGW za ostatnie 8 lat. Częstość pojawiania się takich lat wzrasta się i była w ostatnich 10-leciach wyjątkowo wysoka (Ryc. 3).

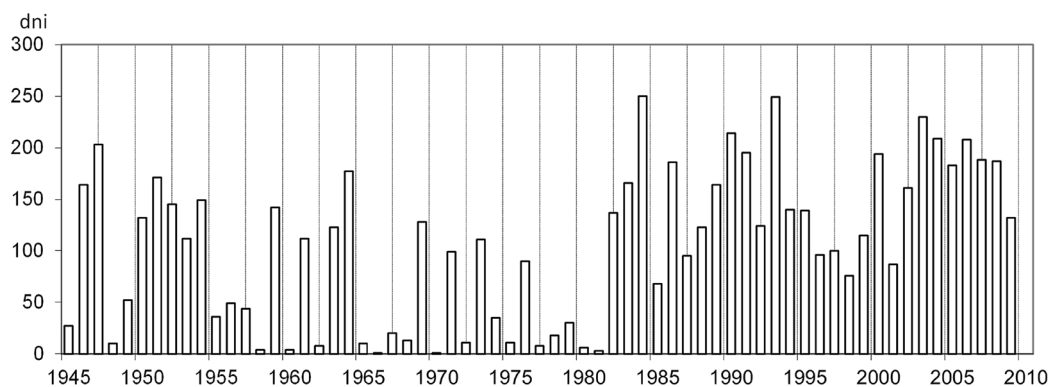


Rycina 3. Liczba lat z SW poniżej 283 cm w poszczególnych 10-leciach analizowanego okresu w Toruniu (opracowanie własne na podstawie: J. Makowskiego i A. Tomczak, 2002, danych RZGW Gdańsk).

Podobną tendencję w zmianach częstości występowania niżówek stwierdzono na Wiśle w rejonie Bydgoszczy, opierając się na wynikach pomiarów wodowskazowych z lat 1945-2010 (Gorączko i in., 2013). Dla tego wielolecia wyodrębniono aż 79 niżówek, przyjmując, że jest to okres trwający co najmniej trzy tygodnie, w którym stany wody są niższe niż 240 cm (wyznaczony metodą Dębskiego), dopuszczając możliwość wystąpienia jedynie krótkotrwałych przerw, w trakcie których stan wody oscyluje wokół poziomu granicznego. Typowym okresem występowania niskich stanów wody na Wiśle w rejonie Bydgoszczy jest, podobnie jak w przypadku Torunia, sezon letnio-jesienny, a zdecydowanie rzadziej występują one wiosną i zimą. Najdłuższa niżówka rozpoczęła się 6 czerwca 2003 roku i trwała przez 232 dni. Drugą pod względem czasu trwania była niżówka, która trwała bez przerwy 227 dni - od 16 lipca 1951 roku do 26 lutego 1952 roku. W wieloletnim przebiegu stanów

wody na Wiśle w Bydgoszczy daje się zauważyć bardzo wyraźne zwiększenie częstości występowania niżówek zapoczątkowane po roku 1981, trwające do chwili obecnej. O ile jeszcze w latach 70. XX wieku niżówki pojawiały się na Wiśle w rejonie Bydgoszczy średnio raz na dwa lata, to w okresie późniejszym miało to miejsce już co roku, a nawet kilka razy w roku. Pogłębienie deficytu wody w korycie Wisły jest jeszcze bardziej widoczne, jeśli weźmie się pod uwagę łączną liczbę dni w roku, w których stany wody kształtują się poniżej wartości granicznej. W początkowym okresie tylko w 1947 roku łączna liczba dni ze stanem poniżej wartości granicznej przekroczyła 200 (Ryc. 4).

W czterech przypadkach przekroczyła ona 150 dni, zaś w trzynastu 100 dni. Stosunkowo często występowały lata z bardzo niewielką liczbą dni ze stanami wody poniżej wartości granicznej – w 1966 i 1970 roku (1 dzień), w 1981 roku (3 dni), w 1958 i 1960 roku (4 dni) i w 1980 roku (6 dni). Generalnie lata



Rycina 4. Liczba dni w roku ze stanem niżówkowym na Wiśle w Bydgoszczy w latach 1945-2010 (opracowanie własne na podstawie: Gorączko i in., 2013, zmienione)

z większą liczbą dni ze stanem poniżej 240 cm rozdzielone były latami, kiedy ich ilość była niewielka. Początek lat 80. XX wieku przyniósł radykalną zmianę sytuacji na rzece. Biorąc pod uwagę liczebność dni w roku ze stanem poniżej wartości granicznej na szczególną uwagę zasługują lata 1984 i 1993, kiedy liczba ta wyniosła odpowiednio 250 dni i 249 dni, czyli ponad 2/3 roku. Łącznie w sześciu przypadkach liczba dni w roku ze stanem wody $H < 240$ cm przekraczała 200. W 15 przypadkach było to 150 dni (czyli częściej niż raz na dwa lata)

zaś w 22 przypadkach 100 dni (czyli prawie co roku). Na tym tle za ciekawy przypadek należy uznać rok 2010 w trakcie którego stan napełnienia koryta Wisły w rejonie Bydgoszczy jedynie przez dwa dni kształtował się poniżej poziomu niżówkowego. Liczba dni ze stanem poniżej stanu granicznego dla niżówki (96 dni w 2011 roku i rekordowe 363 dni w 2012 roku) świadczą o coraz bardziej pogłębiającym się deficycie wody w korycie Wisły. Wskazuje to na coraz trudniejsze warunki żeglugowe i sprawia coraz większe problemy także podczas



Fotografia 3. Wynurzone koryto na początkowym odcinku drogi wodnej Wisła-Odra podczas głębokiej niżówki latem 2015 roku (fot. M. Gorączko)

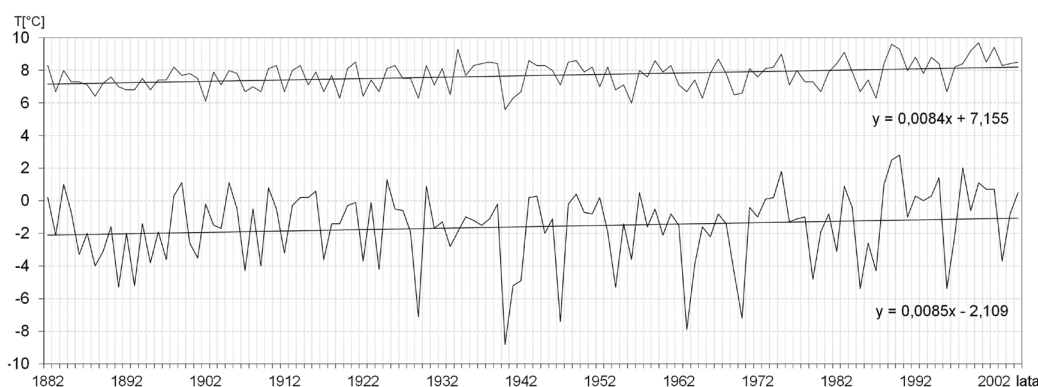
rzadkich już przypadków akcji lodołamania na tym odcinku rzeki (Grześ, Pawłowski 2012). Potwierdzeniem nasilającego się w ostatnim okresie deficytu wody w korycie dolnej Wisły był wreszcie przebieg wyjątkowo głębokiej

niżówki letnio-jesiennej kiedy na wielu wodowskazach (np. w Toruniu i Bydgoszczy-Fordonie) odnotowano najniższą w historii obserwacji hydrologicznych wysokość stanów wody (Fot. 3).

4. Wzrost temperatury w regionie

Wahania i zmienność temperatury powietrza w analizowanym regionie prześledzono na podstawie danych ze stacji meteorologicznej w Toruniu, opublikowanych przez R. Przybyłaka i in. (2012). Z uwagi na niewielką odległość pomiędzy obydwooma miastami, uzyskiwane

na tej stacji wyniki mogą być uznane za reprezentatywne dla analizowanego odcinka doliny Wisły. Zmienność średniej rocznej i średniej temperatury zimy (grudzień-luty) przedstawiono na rycinie 5.



Rycina 5. Przebieg średniej rocznej oraz średniej temperatury sezonu zimowego w Toruniu w latach 1882-2005 (opracowanie na podstawie: Przybylak i inni, 2012)

Wielkość zmian dla obu serii danych jest podobna; nieznacznie większy trend dodatni charakteryzuje temperaturę sezonu zimowego. W przypadku temperatury średniej rocznej otrzymany trend jest statystycznie istotny ($p=0,000043$), zaś w przypadku temperatury zimy - nie do końca istotny statystycznie ($p=0,084$). W analizowanym okresie, wzrost temperatury wyniósł tu nieco ponad 1°C ; średnia temperatura zimy zbliżyła się do -1°C a średnia roczna przekroczyła 8°C . Warto odnotować pojawiające się w ostatnich latach przypadki wyjątkowo ciepłych zim, a także fakt, iż znacznie wzrosła różnica pomiędzy najwyższymi a najniższymi wartościami tem-

peratury w obu grupach w stosunku do sytuacji z początku analizowanego okresu (Tab. 1).

Tabela 1. Skrajne wartości temperatury na początku i na końcu analizowanego okresu

Okres	1882-1901		1986-2005	
	różnica		różnica	
T_s	$T_{s \text{ maks}}$	8,3	1,9	9,7
	$T_{s \text{ min}}$	6,4		6,3
T_z	$T_{z \text{ maks}}$	1,1	6,4	2,8
	$T_{z \text{ min}}$	-5,3		-5,4

T_s – średnia roczna, T_z – średnia zimy (opracowanie na podstawie: Przybylak i in., 2012).

5. Zmiany przebiegu zjawisk lodowych

W okresie powojennym, najdłuższy okres z pokrywą lodową na dolnej Wiśle wyniósł 100 dni, zimą 1963/64 (Cyberski, 1982). Obec-

nie, na analizowanym odcinku rzeki zjawiska lodowe trwają krócej; również ilość przypadków zim bez pokrywy lodowej stale się zwiększa.

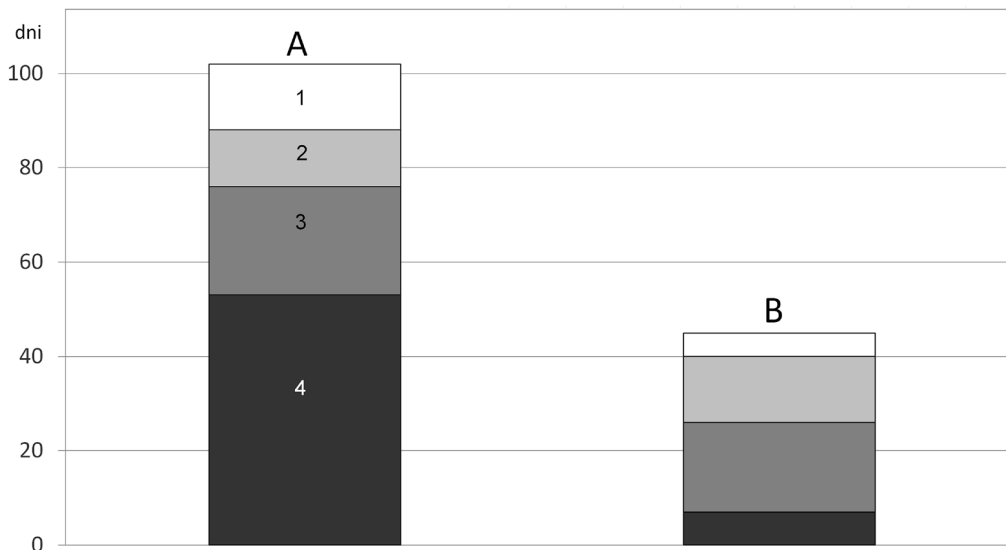
sza. Wynika to częściowo z przedstawionych powyżej tendencji zmian temperatury zimy.

Czasu trwania zlodzenia przedstawiono na przykładzie posterunku w Toruniu, który posiada długą, ciągłą serię danych. Zmiany lodowego reżimu Wisły są tu szczególnie mocno widoczne - obserwowane od końca XIX wieku są tu wynikiem działania zarówno wzrostu średniej temperatury sezonu zimowego jak i czynników antropogenicznych: regulacji rzeki oraz powstania zbiornika i zapory we Włocławku. Rolę odrywa też zmienność zanieczyszczenia wód. Wpływ zapory na zlodzenie poniżej maleje w miarę oddalania się od niej.

Zjawiska lodowe w Toruniu w latach 1861-2003 charakteryzowały następujące tendencje zmian w przeliczeniu na 100 lat: -34 dni (czas trwania), 19 dni (początek zjawisk - później), -11 dni (koniec zjawisk - wcześniej). Podobne wartości uzyskano dla pokrywy lodowej (Pawłowski, 2009). Termin początku zjawisk lodowych przesunął się w badanym okresie z trzeciej dekady listopada na drugą dekadę grudnia a termin końca zjawisk lodo-

wych z drugiej na pierwszą dekadę marca. Termin początku pokrywy lodowej zmienił się z drugiej dekady grudnia na pierwszą dekadę stycznia a termin rozpadu pokrywy z pierwszej dekady marca na trzecią dekadę lutego.

Zmiany te nie przebiegały jednostajnie. Porównano czas trwania zlodzenia dla 3 okresów przy zbliżonej średniej temperaturze dla 12 wybranych z każdego okresu zim. Po wykonaniu regulacji rzeki (ukończono w 1907 roku) doszło do nieznacznego skrócenia czasu trwania wszystkich zjawisk lodowych głównie poprzez skrócenie czasu trwania pokrywy lodowej. Powstanie zapory i zbiornika we Włocławku (1970) wpłynęło w istotny sposób na czas trwania zjawisk lodowych (zmniejszenie ilości dni z pochodem śryżu - wzrost temperatury wód poniżej stopnia wodnego w okresie zimy a także zatrzymanie w zbiorniku ładunku zawiesiny stanowiącej jądra krystalizacji śryżu), ale także na znacznym ograniczeniu czasu trwania pokrywy, także ze względu na szczytowy rytm pracy elektrowni (Ryc. 6).



Rycina 6. Zmiany czasu trwania zjawisk lodowych (A) i pokrywy lodowej (B) w Toruniu będące wynikiem: 1 - wzrostu temperatury sezonu zimowego, 2 - regulacji rzeki, 3 - powstania zapory i zbiornika we Włocławku. Cała wysokość słupka to czas trwania zlodzenia w II połowie XIX wieku zaś wysokość części oznaczonej 4 - stan aktualny

Analiza częstości pojawiania się pokrywy lodowej wskazuje, iż jej występowanie praktycznie w każdym sezonie zimowym do końca XIX wieku, po regulacji zaczęło ulegać zmianom; wówczas przypadki zim bez pokrywy lodowej stanowiły w Toruniu 20% wszystkich, w latach 1902-1921 - 35%, 1922-1941 - 25%,

1942-1961 - 40%, 1962-1981 - 65%, 1982-2001 - 80%.

Przedstawione tendencje zmian zlodzenia Wisły, wyrażające się w późniejszym pojawianiu się zjawisk i wcześniejszym ich zaniku, stanowią zjawisko charakterystyczne dla rzeki i jezior półkuli północnej. Wg Magnusona i in.



Fotografia 4. Pokrywa lodowa na Wiśle w Toruniu, 16 lutego 2012. Widoczne na zdjęciu ślady to trasa przejścia grupy sondującej stopień lodowego wypełnienia koryta (fot. B. Pawłowski)

(2000), w ciągu ostatnich 150 lat, dla grupy badanych rzek i jezior (m. in. MacKanie, Suwa, Angara), termin początku zjawisk lodowych przesunął się przeciętnie o 5,8 dnia/100 lat. Termin zaniku zjawisk lodowych występuje wcześniej przeciętnie o 6,5 dnia/100 lat. W wyniku działania także innych, antropogenicznych czynników zmiany te w omawianym regionie, a zwłaszcza w Toruniu były znacznie większe.

Również w przypadku rejonu Bydgoszczy (Fordon) ciąg pomiarowy (1947-2012), pozwala na stwierdzenie, iż współczesny przebieg zjawisk lodowych odbiega od zdarzeń historycznych (Gorączko, 2013). W latach 1947-1970, zjawiska lodowe na Wiśle w rejonie Bydgoszczy, pojawiały się co roku trwając blisko trzy miesiące. Średni czas utrzymywania się pokrywy lodowej wyniósł w tym okresie 43 dni, przy czym przeciętnie do jej utworzenia dochodziło na początku stycznia a ruszenie lodów następowało w trzeciej dekadzie lutego. W rekordowym pod tym względem roku 1947, Wisła była nieprzerwanie zlodzona przez prawie trzy miesiące. W ciągu jedenastu sezonów zimowych faza całkowitego zlodzenia

rzeki nie wystąpiła w ogóle, co oznacza brak pokrywy lodowej w przybliżeniu raz na dwa lata. Po roku 1970 dominującymi formami zlodzenia były tu śryż i lód brzegowy. Natomiast pełen cykl zlodzenia rzeki, obejmujący wykształcenie i utrzymanie pokrywy lodowej należy obecnie uznać, podobnie jak w Toruniu za zjawisko rzadkie - obserwowano je jedynie w siedmiu, spośród 42 analizowanych, sezonach zimowych (Fot. 4). Wyraźnemu skróceniu uległ także czas występowania pokrywy lodowej, średnio wynosił on 18 dni, czyli aż o 25 dni mniej niż w latach 1947-1970.

W wyniku ograniczenia czasu trwania zlodzenia, pokrywy lodowej i zmniejszaniu się maksymalnej grubości lodu znacznemu ograniczeniu uległo występowanie wezbrań i powodzi zatorowych. Jak już wspomniano, ten typ wezbrań (roztopowo-zatorowe), jeszcze kilkadziesiąt lat temu przynosił na dolnej Wiśle najwyższe stany wody. Dokumentują to zarówno wciąż aktualne, lokalne maksima na większości posterunków wodowskazowych, jak i liczne, często wyżej położone Znaki Wielkich Wód, głównie z okresu od XVI do XIX wieku (Pawłowski, Gorączko, 2014).

6. Podsumowanie i wnioski

Pomimo olbrzymich inwestycji drogowych, jakie zrealizowano w ostatnich kilkunastu latach na terenie Polski, coraz bardziej uciążliwe stają się skutki pogłębiającej się z roku na rok konge-

stii. Jest to związane przede wszystkim z lawinowym wzrostem przewozów towarowych oraz zwiększeniem się liczby indywidualnych środków transportu pasażerskiego, przy o wiele więk-

szej niż kiedyś mobilności ich użytkowników. Teoretycznie, złagodzenie tego niekorzystnego zjawiska jest możliwe dzięki aktywizacji dróg wodnych, których stosunkowo gęsta sieć znajduje się na terenie kraju, docierając do najważniejszych ośrodków miejskich i przemysłowych. W rzeczywistości, szanse na szybki i znaczący wzrost roli transportu towarowego szlakami wodnymi w Polsce, wydają się być minimalne, z przyczyn ekonomicznych, technicznych, organizacyjnych i ekologicznych. Za zdecydowanie bardziej realną uznać można możliwość intensyfikacji ruchu pasażerskiego na wodach płynących a zwłaszcza turystyki rzecznej, chociażby ze względu na mniejszą skalę niezbędnych do wykonania inwestycji z nią związanych. Jednak także w tym przypadku, występuje szereg barier, które mogą stawiać pod znakiem zapytania zasadność modernizacji dróg wodnych ukierunkowanej na turystykę wodną. Przykładem jest odcinek dolnej Wisły pomiędzy Toruniem a Bydgoszczą. Bydgoszcz i Toruń, dwa największe i najbardziej atrakcyjne pod względem turystycznym miasta województwa kujawsko-pomorskiego, dzieli od siebie jedynie dystans około czterdziestu kilometrów. Oprócz dobrych połączeń drogowych i kolejowych, bardzo obiecującym środkiem transportu pasażerskiego wydaje się być żegluga rzeczna. Obydwa miasta położone są w bezpośrednim sąsiedztwie Wisły, co więcej zarówno w przypadku Bydgoszczy jak i Torunia, tradycja wykorzystania dróg wodnych jest bardzo bogata i sięga setek lat wstecz. W dużej mierze to właśnie sąsiedztwo żeglownych rzek stanowiło w przeszłości najbardziej efektywny impuls do gospodarczego rozwoju tych jednostek osadniczych. Możliwość nawiązania do tej tradycji, wykorzystania istniejącej infrastruktury żeglugowej oraz jej rozbudowa tym razem ukierunkowana na potrzeby turystyki rzecznej o zasięgu krajowym a może nawet międzynarodowym, jest uznawana za duży potencjał rozwojowy, zarówno w przypadku Torunia jak i Bydgoszczy.

Analiza długich, bo ponad stuletnich ciągów pomiarowych, obrazujących wieloletnią dynamikę zjawisk hydrologicznych na odcinku od Torunia do Bydgoszczy, zmuszają do zachowania sporej rezerwy, jeśli chodzi o możliwość organizowania masowych i regularnych rejsów na tym odcinku Wisły. Jedynym w zasadzie pozytywnym dla żeglugi skutkiem zachodzących zmian klimatycznych i hydrolo-

gicznych w dorzeczu Wisły, jest możliwość bardziej intensywnego niż w przeszłości użytkowania szlaku wodnego w półroczu chłodnym. Wynika to z faktu, iż pokrywa lodowa na rzece jest od kilkudziesięciu lat zjawiskiem rzadkim i krótkotrwałym. W konsekwencji zmniejszyło się prawdopodobieństwo wysokich i długotrwałych wezbrań zatorowych. Jednak ruch turystyczny na rzekach odbywa się głównie w półroczu letnim, a w tym przypadku w ostatnich 20-30 latach nastąpiło nasilenie ekstremalnych zjawisk niekorzystnych z punktu widzenia eksploatacji dróg wodnych, wynikających albo z deficytu wody w korycie rzeki, albo z jej nadmiaru. Bezprecedensowy, biorąc pod uwagę dane historyczne, jest wzrost częstości i czasu trwania niżówek. Obecnie, praktycznie co roku, przez całe półrocze letnie, na badanym odcinku rzeki dominują przepływy i stany niżówkowe utrudniające żeglugę, mimo, iż jest on odcinkiem uregulowanym oraz znajduje się poniżej Zbiornika Włocławskiego. Z tego też względu zasygnalizowane zmiany reżimu w dolnym biegu Wisły, skłaniają do stwierdzenia, że przy planowaniu działań mających na celu aktywizację żeglugi pasażerskiej (turystycznej), zdecydowanie należy skupić się na budowie infrastruktury technicznej i usługowej, ukierunkowanej na jednostki o małym zanurzeniu. Z kolei przebieg powodzi w 2010 roku wskazuje, że możliwe jest spłynięcie dolną Wisłą kilku długich i wysokich fal powodziowych, jedna po drugiej w krótkich odstępach czasu, wywołanych opadami letnimi, co może być kolejnym istotnym utrudnieniem dla turystyki rzecznej na Wiśle. Z pewnością warto rozważyć, aby ze względu na niepewne warunki żeglugowe na badanym odcinku rzeki, integralną częścią powstającej infrastruktury służącej obsłudze ruchu żeglugowego stał się sprawny działający system monitoringu i prognozowania stanów wody i przepływów, obejmujący większą, niż to ma miejsce obecnie, liczbę posterunków pomiarowych. Uzyskiwane dzięki niemu wyniki powinny być na bieżąco aktualizowane i powszechnie dostępne. Bez tego narzędzia, organizowanie i uprawianie żeglugi turystycznej pomiędzy Bydgoszczą a Toruniem a szerzej na całej dolnej Wiśle, wydaje się być przedsięwzięciem ryzykownym nie tylko pod względem ekonomicznym.

Literatura

- Babiński Z., Habel M., 2013. Hydromorphological conditions of the lower Vistula in the development of navigation and hydropower. *Acta Energetica*, 2/15, 83-90.
- Cyberski J., 1982. Charakterystyka hydrologiczna. [W:] Augustowski B. (red.), *Dolina Dolnej Wisły*. Wydawnictwo PAN, Wrocław, 103-153.
- Gorączko M., Gadomski J., 2011. Znaki wielkiej wody na terenie Bydgoszczy. *Gospodarka Wodna*, 7, 295-300.
- Gorączko M., 2012. Przebieg i skutki wezbrań na Wiśle w rejonie Bydgoszczy w latach 2010-2011. [W:] *Gospodarowanie wodą w warunkach zmieniającego się środowiska*, Monografia Komitetu Hydrologii PTG, T.1, Toruń, 75-84.
- Gorączko M., 2013. Zmienność przebiegu zjawisk lodowych na Wiśle w rejonie Bydgoszczy. *Przegląd Naukowy Inżynierii Kształtowania Środowiska*, 62, 382-388.
- Gorączko M., Szyplik J., Pasela R., 2013. Wpływ niszów na warunki funkcjonowania żeglugi w obrębie Bydgoskiego Węzła Wodnego. *Geography and Tourism*, 1, 69-76.
- Grześ M., Pawłowski B., 2012. Hydromorfologiczne uwarunkowania lodołamania na Wiśle od Stopnia Wodnego we Włocławku do ujścia, z uwzględnieniem sezonu zimowego 2011/2012. *Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Gdańsku*, Gdańsk, ss. 96.
- Hattermann F.F., Kundzewicz Z. W., Huang S., Werner P., 2013. Climatological Drivers of Changes in Flood Hazard in Germany. *Acta Geophysica*, 61, 463-477.
- Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, 1976. Charakterystyczne stany wody dla posterunków wodowskazowych, Warszawa, ss. 21.
- Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Państwowy Instytut Badawczy, 2012. Wpływ zmian klimatu na środowisko, gospodarkę i społeczeństwo. Zmiany, skutki i sposoby ich ograniczania, wnioski dla nauki, praktyki inżynierskiej i planowania gospodarczego. IMiGW-PIB Warszawa, ss. 240.
- Kundzewicz Z.W., Kowalczak P., 2008. Zmiany klimatu i ich skutki. Wyd. Kurpisz S.A., Poznań.
- Magnuson J.J., Robertson D.M., Benson B.J., Wynne R.H., Livingstone D.M., Arai T., Assel R.A., Barry R.G., Card V., Kuusisto E., Granin N.G., Prowse T.D., Stewart K. M., Vuglinski V.S., 2000. Historical Trends in Lake and River Ice Cover in the Northern Hemisphere. *Science*, 289 (5482), 1743-1746.
- Makowski J., Tomczak A., 2002. Stany wody Wisły w Toruniu w świetle pomiarów z ostatnich dwóch stuleci. *Studia Societatis Scientiarum Torunensis*, Toruń – Polonia, Sectio C, 11 (1), ss. 174.
- Pawłowski B., 2009. Long-term variability in the course of ice phenomena on the Vistula River in Toruń. *Bulletin of Geography, Physical Geography Series*, 1/2009, 91-102.
- Pawłowski B., Gorączko M., 2014. Z badań nad znakami powodziowymi w Dolinie Wisły. *Gospodarka Wodna*, 2, 57-63.
- Przybylak R., Maszewski R., Pospieszńska A., 2012. Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na ekstremalne wartości temperatury powietrza w rejonie bydgosko-toruńskim w latach 1881-2005. [W:] Bielec-Bąkowska Z., Łupikarsza E., Widawski A. (red.), *Rola cyrkulacji atmosfery w kształtowaniu klimatu*. Uniwersytet Śląski, Sosnowiec, 217-236.
- Przybylak R., 2014. Climate change and variability in Poland from Copernicus's time to present. [In:] Witkowski A., Harff J., Reckermann M. (eds.), *2nd International Conference on Climate change - the environmental and socio-economic response in the Southern Baltic region*, Szczecin, Poland, 12-15 May 2014, conference proceedings, International Baltic Earth Secretariat Helmholtz-Zentrum Geesthacht, 104-105.