

Marcin GORĄCZKO

Katedra Inżynierii Sanitarnej i Wodnej
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
Department of Sanitary and Water Engineering
University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz

Zmienność przebiegu zjawisk lodowych na Wiśle w rejonie Bydgoszczy

Variability of ice phenomena on the Vistula River in the vicinity of Bydgoszcz

Słowa kluczowe: zjawiska lodowe, Dolna Wisła, Bydgoski Węzeł Wodny
Key words: ice phenomena, the Lower Vistula River, Bydgoszcz Water Junction

Wprowadzenie

Świadomość występowania zjawisk lodowych na rzekach i ich konsekwencji powinna odgrywać istotną rolę przy określaniu strategii gospodarowania w dolinach rzecznych. Statyczne i dynamiczne oddziaływanie różnych form lodu na koryta rzeczne oraz na znajdujące się w ich obrębie lub sąsiedztwie obiekty może odbywać się we wszystkich fazach zlodzenia – w trakcie zamarzania rzeki, podczas zalegania pokrywy lodowej, w czasie spływu lodów. Szczególnie niebezpiecznym zjawiskiem są zatory lodowe, których efektem może

być powódź zatorowa obejmująca swoim zasięgiem całą współczesną terasę zalewową, i to pomimo jej obwałowania (Grześ 1991). To właśnie podczas powodzi zatorowych w przypadku większości ośrodków miejskich położonych nad Dolną Wisłą, takich jak Płock, Włocławek, Toruń, Bydgoszcz, Świecie i Grudziądz, odnotowano najwyższe jak dotąd kulminacje wezbrań, o czym świadczą zarówno archiwalne wyniki pomiarów hydrologicznych, jak i tzw. znaki wielkiej wody (Grześ i Pawłowski 2012). Absolutne maksima stanów wody na Wiśle osiągnięte podczas powodzi zatorowych traktowane są często jako górna granica zasięgu wód powodziowych, bez względu na genezę ich formowania i jest podstawą do wyznaczenia obszarów zagrożonych podtopieniem. Jest to poprawne jedynie, gdy przyjmujemy, że

w rozpatrywanej zlewni nie doszło do istotnych zmian warunków formowania się zjawisk lodowych spowodowanych czynnikami naturalnymi oraz antropogenicznymi. Celem badań było określenie w jaki sposób współcześnie kształtuje się dynamika przebiegu zjawisk lodowych na Dolnej Wiśle w rejonie Bydgoszczy, a także ustalenie, czy podlegała ona wieloletnim zmianom ilościowym.

Material i metodyka badań

W pracy wykorzystano wyniki codziennych obserwacji zjawisk lodowych na Wiśle, wykonywanych na posterunku wodowskazowym Bydgoszcz-Fordon przez państwową służbę hydrologiczno-meteorologiczną (PIHM, IMGW, IMGW PIB) w okresie od 20 listopada 1946 do 8 maja 2012 roku (łącznie 66 sezonów obserwacyjnych). Przekrój wodowskazowy położony jest w 775 km biegu Wisły. Znajduje się on poniżej miejsca, w którym rzeka opuszczając Pradolinę Toruńsko-Eberswaldzką, wpływa do makroregionu Doliny Dolnej Wisły, gwałtownie zmieniając kierunek płynięcia z północno-zachodniego na północno-wschodni. Obserwacje zjawisk lodowych, prowadzone podczas terminowych obserwacji stanów wody (Paślawski 1973), obejmowały zlodzenie częściowe (śryż, lód brzegowy), całkowite (pokrywą lodową), krę oraz zatory. Ustalenie tendencji zmian przebiegu zjawisk lodowych na Wiśle w rejonie Bydgoszczy w rozpatrywanym wieloleciu nastąpiło poprzez zestawienie terminów występowania określonych form zlodzenia w poszczególnych sezonach zimowych, tzn. dat początku i zakończe-

nia wszystkich zjawisk lodowych oraz czasu ich trwania.

Wyniki badań

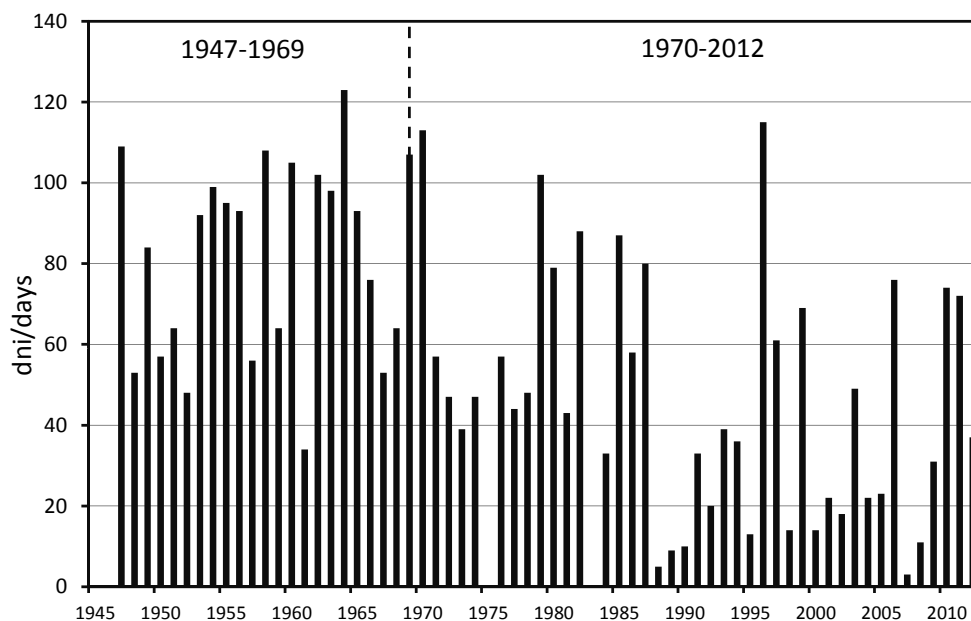
Analizowane wielolecie 1947–2012 podzielono na dwa okresy, rozgraniczone przez 1970 rok, w którym zakończono budowę stopnia wodnego we Włocławku obiektu, który w istotnym stopniu zaburzył naturalny reżim hydrologiczny Wisły w jej dolnym biegu.

W latach 1947–1970 zjawiska lodowe na Wiśle, w rejonie Bydgoszczy, pojawiały się co roku, przeciętnie od 15 grudnia, a zanikały 19 marca, trwając średnio 83 dni (tab. 1). Najwcześniej wystąpiły one w sezonie zimowym 1956/1957, bo już 11 listopada. Z kolei pięć lat wcześniej zanotowano je po raz pierwszy dopiero 20 stycznia. Najwięcej dni ze zjawiskami lodowymi wystąpiło w sezonie 1963/1964, aż 123 (rys. 1). Średni czas utrzymywania się pokrywy lodowej wyniósł 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 1947 roku Wisła była nieprzerwanie zlodzona przez blisko trzy miesiące (rys. 2). W ciągu jedenastu sezonów zimowych faza całkowitego zlodzenia rzeki nie wystąpiła w ogóle, co oznacza brak pokrywy lodowej w przybliżeniu raz na dwa lata.

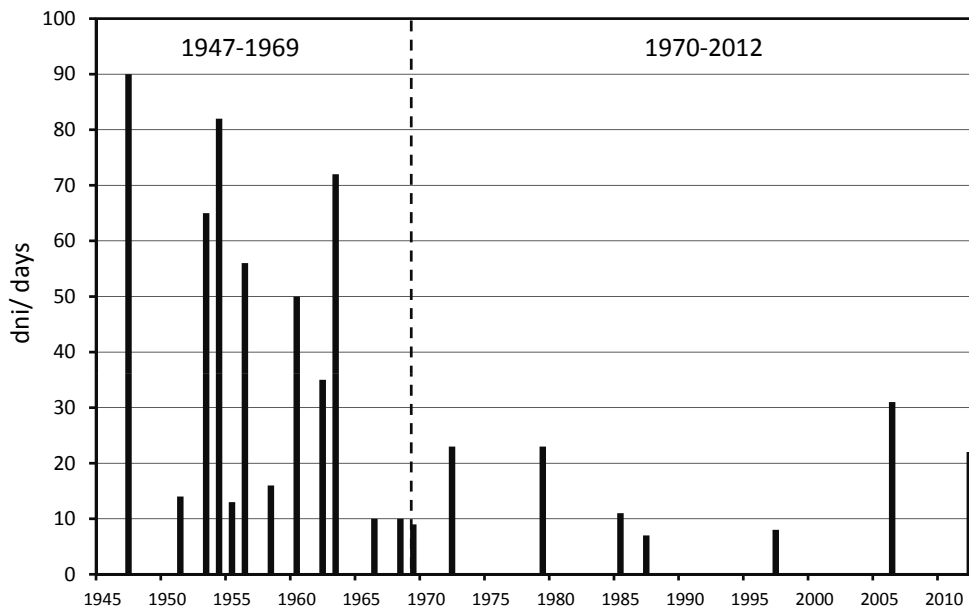
Wyraźnie dominującymi formami zlodzenia po 1970 roku na rozpatrywanym odcinku Wisły w fazie zamarzania stały się śryż i lód brzegowy. Pełen cykl zlodzenia rzeki, obejmujący wykształcenie i utrzymanie pokrywy lodowej,

TABELA 1. Charakterystyka zjawisk lodowych w analizowanych okresach
 TABLE 1. Characteristic of ice phenomena in analyzed periods

Wyszczególnienie/ /Specification	1946/1947–1969/1970			1970/1971–2011/2012		
	Najwcześniej/ /Earliest	Najpóźniej/ /Latest	Przeciętnie/ /Average	Najwcześniej/ /Earliest	Najpóźniej/ /Latest	Przeciętnie/ /Average
	Zjawiska lodowe/Ice phenomena					
Data początku/ /Start Date	11.11 (1956/1957)	23.01 (1951/1952)	15.12	15.11 (1993/1994)	28.01 (1987/1988, 2011/2012)	20.12
Data końca/ /End Date	20.02 (1960/1961)	4.04 (1963/1964)	19.03	18.12 (1988/1989)	28.03 (1995/1996)	21.02
Czas trwania/ /Duration	34 dni (1960/1961)	123 dni (1963/1964)	83 dni	3 dni (2006/2007)	115 dni (2005/2006)	44 dni
Pokrywa lodowa/Ice cover						
Data początku/ /Start Date	20.11 (1965/1966)	1.02 1955/1956)	4.01	30.12 (1996/1997)	5.02 (2011/2012)	13.01
Data końca/ /End Date	29.11 (1965/1966)	27.03 (1955/1956)	21.02	6.01 (1996/1997)	26.02 (2011/2012)	30.01
Czas trwania/ /Duration	9 dni (1968/1969)	90 dni (1946/1947)	43 dni	7 dni (1986/1987)	31 dni (2005/2006)	18 dni



RYXSUNEK 1. Liczba dni w roku ze zjawiskami lodowymi w okresach 1947–1969 i 1970–2012
 FIGURE 1. Number of days per year with ice phenomena during periods 1947–1969 and 1970–2012



RYSUNEK 2. Liczba dni w roku z pokrywą lodową w okresach 1947–1969 i 1970–2012
 FIGURE 2. Number of days per year with ice cover during periods 1947–1969 and 1970–2012

stał się natomiast zjawiskiem rzadkim. Obserwowano go jedynie w siedmiu sezonach – 35 spośród 42 analizowanych sezonów charakteryzowało się brakiem pokrywy lodowej (rys. 1). W istotny sposób skrócił się także czas całkowitego zlodzenia rzeki, średnio w roku wynosił on 18 dni, czyli aż o 25 dni mniej niż w latach 1947–1970 (rys. 2). Rozpatrując wszystkie rejestrowane formy zjawisk lodowych, stwierdzono, że ich średni czas trwania wynosił 44 dni, a więc trwały one o ponad miesiąc krócej niż w poprzednim okresie do 1970 roku (tab. 1). W pięciu przypadkach zjawiska lodowe pojawiały się na krótko (sezon 2006/2007 – 3 dni, sezon 1987/1988 – 5 dni, sezon 1988/1989 – 9 dni, sezon 1989/1990 – 10 dni, sezon 2007/2008 – 11 dni). Dla porównania najkrótszy czas trwania zjawisk lodowych w la-

tach 1946–1970 zanotowany w sezonie 1960/1961 wyniósł 34 dni. W sezonach zimowych 1974/1975 i 1982/1983 zjawiska lodowe na Wiśle w rejonie Bydgoszczy nie wystąpiły w ogóle.

Podsumowanie i dyskusja

Podane ustalenia mają kluczowe znaczenie dla oceny współczesnego zagrożenia powodziowego w obrębie Bydgoskiego Węzła Wodnego, stanowiącego połączenie trzech cieków – Wisły, Brdy i Kanału Bydgoskiego – na terenie blisko 400-tysięcznego miasta. W rejonie tym największe katastrofalne powodzie w latach 1888, 1889, 1909, 1924, 1937, 1940, 1947 i 1954 były związane z powstaniem zatoru na Wiśle (Gorączko 2010). We wszystkich przypadkach mechanizm powodzi był podobny – zatory

na Wiśle w rejonie Bydgoszczy tworzyły się w sytuacji kiedy wody roztopowe z górnego i środkowego biegu rzeki napotykały na pokrywą lodową w jej dolnym biegu, utrzymującą się tutaj ze względu na niską temperaturę powietrza. Specyfiką Bydgoskiego Węzła Wodnego między innymi jest to, że skutki powodzi na Wiśle nie ograniczają się tylko do terenów nadwiślańskich. Podniesienie się poziomu wody w Wiśle powoduje zablokowanie swobodnego odpływu Brdy i powstanie spiętrzenia cofkowego. W historii obserwacji hydrologicznych na Brdzie, w Bydgoszczy najwyższą kulminację odnotowano na przełomie marca i kwietnia 1888 roku. Doszło do niej bezpośrednio po utworzeniu się zatoru na Wiśle, poniżej ujścia Brdy. Zasięg tej cofki według Gorączko i Gadomskiego (2011) szacowany jest na blisko 18 km w górę biegu Brdy.

Skrócenie czasu trwania zjawisk lodowych, a przede wszystkim efemeryczność występowania pokrywy lodowej, mogą mieć znaczenie dla funkcjonowania żeglugi śródlądowej w rejonie Bydgoszczy. Bydgoski Węzeł Wodny stanowi połączenie dwóch szlaków wodnych o znaczeniu międzynarodowym – drogi E70 łączącej zachód i wschód Europy oraz drogi E40 biegnącej od Morza Czarnego do Bałtyku. Szlaki te obecnie są wykorzystywane w bardzo ograniczonym zakresie, na co wpływ ma stosunkowo mała elastyczność transportu rzeczno-żeglownego, poważne zaniedbania w rozwoju infrastruktury hydrotechnicznej oraz bariery hydrologiczne (częste i długotrwałe niżówki na Dolnej Wiśle). Zlodzenie rzeki stanowiło istotny czynnik uniemożliwiający utrzymanie żeglugi śródlądowej przez znaczną część roku.

Pojawianie się zjawisk lodowych na Dolnej Wiśle i ich rozwój są determinowane przede wszystkim przez czynnik meteorologiczny – niską temperaturę powietrza utrzymującą się przez dłuższy czas. Łagodny przebieg zimy ma wpływ na skrócenie czasu występowania zjawisk lodowych, ostre zimy znacznie wydłużają ten okres. Regułą jest, że nasilenie zjawisk lodowych na Dolnej Wiśle miało miejsce w sezonach zimowych, które ze względu na panujące warunki termiczne na tle wielolecia (Przybylak i in. 2012) można zaklasyfikować jako co najmniej bardzo chłodne (Biuletyn Monitoringu... 2013). Ich częstość występowania była wyraźnie większa w pierwszym z analizowanych okresów. Z kolei w latach 1970–2012 wystąpiła duża liczba zim o bardzo łagodnym przebiegu, w trakcie których czas trwania zjawisk lodowych na Dolnej Wiśle uległ znacznemu skróceniu w stosunku do przeciętnej.

W analizowanym przypadku istotne znaczenie dla kierunków zlodzenia Wisły w rejonie Bydgoszczy mają także lokalne uwarunkowania sprzyjające powstawaniu zatorów, takie jak układ koryta rzeki (wielkopromienny łuk), konfiguracja dna (liczne łachy piaszczyste) i zalesienie terasy zalewowej.

Od 1970 roku w kształtowaniu przebiegu zlodzenia Dolnej Wisły bardzo ważną rolę odgrywa stopień wodny we Włocławku. Po jego wykonaniu, odcinek Wisły powyżej Zbiornika Włocławskiego stał się najbardziej zatorogennym fragmentem koryta rzeczno-żeglownego w Polsce (Majewski 1985, Grześ 1991, Wierzbicki i Mazgajski 2011). W przypadku całkowitego zamarznięcia koryta Dolnej Wisły podejmowana jest akcja lodola-

mania mająca na celu utworzenie ryny w pokrywie lodowej od ujścia rzeki do morza, aż do stopnia we Włocławku, umożliwiającej swobodny spływ lodów (Grześ i Pawłowski 2012).

Mimo aktualnie mniejszej niż w przeszłości częstości występowania powodzi zatorowych na opisywanym odcinku Wisły, należy powstrzymać ekspansję zabudowy miejskiej na tereny nadrzeczne, wielokrotnie podtapiane, na skutek powodzi oraz wezbrań opadowych. Wezbranie opadowe z maja 2010 roku miało kulminację porównywalną do występujących podczas największych powodzi zatorowych. Spowodowało ono cofkę na Brdzie długości około 12 km (Gorączko 2012).

Wnioski

1. Zjawiska lodowe w istotnym stopniu mogą przyczynić się do przeobrażenia koryt rzecznych, a w ekstremalnych przypadkach także powierzchni terenu zalewowego.
2. Zjawiskiem lodowym na Dolnej Wiśle o największym znaczeniu geomorfologicznym i o najbardziej negatywnych skutkach gospodarczych w przeszłości były zatory wywołujące powódzie zatorowe.
3. Większość historycznych powodzi o największym zasięgu i najwyższych kulminacjach, do których dochodziło na Dolnej Wiśle, była spowodowana zatorami.
4. Podniesienie się poziomu wody w Wiśle na skutek zatorów powoduje powstanie powodzi cofkowych na jej bezpośrednich dopływach, np. na Brdzie.

5. W analizowanym wieloleciu (1947–2012) odnotowano istotne zmiany w przebiegu zjawisk lodowych na Wiśle w rejonie Bydgoszczy:
 - współcześnie zjawiska lodowe pojawiają się coraz później, kończą się coraz wcześniej i trwają krócej średnio o ponad miesiąc niż w przeszłości przed 1970 rokiem,
 - w procesie zlodzenia rzeki faza wykształcenia pokrywy lodowej stała się zjawiskiem spotykanym raz na 6–7 lat i zdecydowanie bardziej krótkotrwałym.
6. Przebieg zlodzenia w rejonie Bydgoszczy jest uzależniony od czynników meteorologicznych, występowania stopnia wodnego we Włocławku oraz efektywności akcji lodołamania na Dolnej Wiśle.
7. Skutkiem zmian w przebiegu zlodzenia na Dolnej Wiśle jest zdecydowane zmniejszenie ryzyka wystąpienia wielkich powodzi zatorowych w rejonie Bydgoszczy.

Literatura

- Biuletyn Monitoringu Klimatu Polski. Zima 2012–2013. IMGW PiB, Warszawa.
- GRZEŚ M. 1991: Zatory i powódzie zatorowe na Dolnej Wiśle, mechanizmy i warunki. IGiPZ PAN, Warszawa: 184.
- GRZEŚ M., PAWŁOWSKI B. 2012: Hydromorfologiczne uwarunkowania lodołamania na Wiśle od stopnia wodnego we Włocławku do ujścia, z uwzględnieniem sezonu zimowego 2011/2012. RZGW w Gdańsku, Gdańsk: 98.
- GORĄCZKO M. 2010: Wezbrania w obrębie Bydgoskiego Węzła Wodnego i ich wpływ na zagrożenie powodziowe miasta. *Mono-graphie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN* 68: 241–250.
- 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., GADOMSKI J. 2011: Znaki wielkiej wody na terenie Bydgoszczy. *Gosp. Wod.* 7: 295–300.
- MAJEWSKI W. (red.) 1985: Powódź zatorowa na Wiśle w rejonie Zbiornika Włocławek w zimie 1982 r. WG, Warszawa.
- PASŁAWSKI Z. 1973: Metody hydrometrii rzecznej. IMGW, WKiŁ, Warszawa: 338.
- PRZYBYŁAK R., MASZEWSKI R., POSPIE-SZYŃSKA A. 2012: Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na ekstremalne wartości temperatury powietrza w regionie bydgosko-toruńskim w latach 1881–2005. W: Rola cyrkulacji atmosfery w kształtowaniu klimatu. Red. Z. Bielec-Bąkowska, E. Łupikasza, A. Widawski. Prac. WNoZ UŚ. 74, Sosnowiec: 247–260.
- WIERZBICKI G., MAZGAJSKI M. 2011: Wezbranie zatorowe rzeki Wisły w Kotlinie Warszawskiej w lutym i marcu 2010 roku. *Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ.* 51: 52–60.

Streszczenie

Zmienność przebiegu zjawisk lodowych na Wiśle w rejonie Bydgoszczy. W artykule dokonano analizy wyników obserwacji przebiegu zjawisk lodowych na Dolnej Wiśle, prowadzonych w latach 1946–2012, w reprezentatywnym dla tego odcinka rzeki przekroju wodowskazowym Bydgoszcz-Fordon. Ustalono, że począwszy od 1970 roku zlodzenie Dolnej Wisły przebiega w zdecydowanie łagodniejszy niż w przeszłości sposób. Wyraźnemu skróceniu uległ czas trwania zjawisk lodowych. Bardzo rzadko

też dochodzi do całkowitego pokrycia rzeki lodem. Oznacza to istotne zmniejszenie ryzyka wystąpienia powodzi zatorowej na Wiśle poniżej stopnia wodnego we Włocławku. Największe historyczne powodzie w dolnym biegu Wisły, podczas których odnotowano absolutne maksima wartości stanów wody, miały charakter zatorowy.

Summary

Variability of ice phenomena on the Vistula River in the vicinity of Bydgoszcz.

The article describes an analysis of observations of ice phenomena progress of Lower Vistula River, conducted between 1946 and 2012, on representative gauge section this segment of the river – Bydgoszcz-Fordon. It has been concluded, that starting from late 1960s ice coverage of Lower Vistula is much lighter than it used to be in the past and very rarely ice covers the river completely. Also the length of the period itself, during which ice phenomena occurs, has decreased noticeably. Those factors contribute to a significant lowering of the risk of floods caused by ice blockage on Vistula below dam in Włocławek, which exactly has been the origin of the greatest floods on this river in recorded history, when the water level was reaching its peaks.

Author's address:

Marcin Gorączko
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
w Bydgoszczy
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
ul. Kaliskiego 7, 85-789 Bydgoszcz
e-mail: gorgon@utp.edu.pl
website: www.goraczko.pl