

Marcin GORĄCZKO*, **Bogusław PAWŁOWSKI****

PRZEBIEG ZJAWISK LODOWYCH NA WARCIE W REJONIE UNIEJOWA

WPROWADZENIE

Zjawiska lodowe są nieodłącznym elementem reżimu rzek w Polsce. Na długość okresu ich występowania decydujący wpływ mają warunki klimatyczne, a przede wszystkim temperatura powietrza. Z tego też względu zlodzenie rzek na terenie kraju następuje od północnego wschodu w kierunku południowo-zachodnim, podobnie jak układają się izotermy w okresie zimowym¹. Jednak na dynamikę procesu zamrażania wód płynących oddziaływać mogą także czynniki lokalne – zarówno naturalne, jak i antropogeniczne. Mogą one przyspieszać i wydłużać czas trwania zlodzenia rzeki lub ograniczać jego rozwój, w skrajnych przypadkach nawet nie dopuszczając do jego zainicjowania. Udział wód podziemnych w zasilaniu rzeki, temperatura wód dopływów, prędkość płynięcia wody, konfiguracja koryta, istnienie stopni wodnych i zbiorników w biegu rzeki, zrzuty wód podgrzanych, zasolonych lub w inny sposób zanieczyszczonych – wszystkie te elementy mają wpływ na charakterystykę termiczną wód rzecznych, a więc i na tempo ich zamrażania. Wobec tego, nawet sąsiadujące ze sobą rzeki mogą znacznie różnić się między sobą reżimem lodowym.

Zagadnienie zlodzenia rzek jest najczęściej rozpatrywane w kontekście szkód gospodarczych, do jakich dochodzi w okresie jego występowania. Lód rzeczny powoduje uszkodzenia umocnień brzegowych, wałów przeciwpowodziowych i mostów, utrudnia eksploatację ujęć wody, uniemożliwia funkcjonowanie żeglugi rzecznej, powoduje zmiany morfologii koryta rzeki. Podczas niektórych powodzi zatorowych o ekstremalnym przebiegu takie zmiany mogą dotyczyć także terasy zalewowej². Do najbardziej dotkliwych strat powodziowych w wyniku za-

* Marcin Gorączko, dr, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Katedra Inżynierii Sanitarnej i Wodnej, 85-789 Bydgoszcz, ul. Prof. S. Kaliskiego 7, e-mail: gorgon@utp.edu.pl, Web: www.goraczko.pl.

** Bogusław Pawłowski, dr, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Wydział Nauk o Ziemi, Katedra Hydrologii i Gospodarki Wodnej, 87-100 Toruń, ul. Lwowska 1, e-mail: boguspe@umk.pl

¹ J. Gołek, *Zlodzenie na rzekach polskich*, PIHM, WKiŁ, Warszawa 1974.

² S. Bednarczyk, T. Jarzębińska, S. Mackiewicz, E. Wołoszyn, *Vademecum ochrony przeciwpowodziowej*, KZGW, Gdańsk 2006.

torów dochodziło w przeszłości w dolinach rzek nizinnych³. Zagrożenie ze strony zjawisk lodowych występować może także w codziennym funkcjonowaniu miast. Pokrywa lodowa staje się czasem śmiertelną pułapką, zwłaszcza dla osób lekkomyślnych, dodatkowo nieświadomych jej zmiennej grubości i struktury.

UWAGI METODYCZNE

Podstawowym materiałem źródłowym wykorzystanym w pracy był zbiór danych obserwacyjnych publikowanych w rocznikach hydrologicznych (PIHM i IMGW)⁴, a także danych dotychczas niepublikowanych, udostępnionych przez IMGW PIB.

Po zakończeniu działań wojennych prowadzenie obserwacji hydrologicznych na Warcie w Uniejowie rozpoczęto 6 maja 1945 r. 6 grudnia 1945 r. zanotowano pierwsze zjawisko lodowe. Obserwacje prowadzono do końca stycznia 1946 r., następnie je przerwano mimo zlodzenia rzeki. Systematyczną kontrolę zjawisk lodowych podjęto w kolejnym sezonie zimowym 1946/1947. Od tego momentu zlodzenie Warty w Uniejowie monitorowane jest do dziś w sposób niemal nieprzerwany. Brakuje danych za lata 1967 oraz 1969–1971. Ich przypuszczalny przebieg mógłby być odtworzony na podstawie przebiegu zlodzenia na posterunkach sąsiednich.

Ostatecznie wykorzystano dane z 62 sezonów zimowych z lat 1947–2012.

Pośród wielu występujących na rzekach nizinnych form zjawisk lodowych⁵, standardowo⁶, a więc także w przypadku Warty w Uniejowie, rejestrowane były:

- śryż (gąbczasta masa lodu zbudowana z grudek lodu o średnicy do kilku milimetrów, powstająca w całej masie przechłodzonej wody),
- lód brzegowy (strefy lodu układające się wzdłuż brzegów, łach piaszczystych i kęp, inaczej częściowe zlodzenie rzeki),
- pokrywa lodowa (całkowite zlodzenie rzeki),
- kra (fragmenty pokruszonej kry lodowej),
- zator (zmniejszenie lub zablokowanie przez lód przekroju czynnego koryta rzeki i związane z tym piętrzenie stanów wody).

Obserwacje zjawisk lodowych na polskich rzekach prowadzone są zwykle równocześnie z pomiarami stanów wody, a więc prowadzi się je na posterunkach wodowskazowych. W przypadku Uniejowa, w okresie objętym analizą, dwukrotnie dochodziło do zmiany lokalizacji punktu pomiarowego⁷. Początkowo obserwacje

³ M. Grześ, *Zatory i powódzie zatorowe. Mechanizm i warunki*, IGiPZ PAN, Warszawa 1991.

⁴ *Rocznik Hydrologiczny Wód Powierzchniowych. Dorzecze Odry i rzek Przymorza między Odrą i Wisłą 1946–1983*, PIHM, IMGW, WKiŁ, Warszawa.

⁵ M. Grześ, B. Pawłowski B., *Hydromorfologiczne uwarunkowania lodolamania na Wiśle od stopnia wodnego we Włocławku do ujścia, z uwzględnieniem sezonu zimowego 2011/2012*, RZGW w Gdańsku, Gdańsk 2012.

⁶ Z. Paślawski, *Metody hydrometrii rzecznej*, IMGW, WKiŁ, Warszawa 1973.

⁷ K. Ujda (red.), *Wodowskazy na rzekach Polski. Cz. I. Wodowskazy w dorzeczu Odry i na rzekach Przymorza między Odrą a Wisłą*, PIHM, WKiŁ, Warszawa.



Fot. 1. Wodowskaz grupowy u wejścia do portu nadzoru wodnego. Pierwotne miejsce obserwacji zjawisk lodowych w Uniejowie (fot. M. Gorączko)



Fot. 2. Wieża limnigraficzna przy wejściu do portu nadzoru wodnego (fot. M. Gorączko)



Fot. 3. Obecna lokalizacja posterunku wodowskazowego i miejsca obserwacji zjawisk lodowych. Na pierwszym planie widoczna łąta wodowskazowa zamocowana na podporze mostu pieszego. Służy do pomiaru stanów wysokich po wystąpieniu Warty z koryta. W środkowej części koryta widoczna łąta wodowskazowa służąca do rejestrowania stanów średnich i niskich (fot. M. Gorączko)



Fot. 4. Limnigraf automatyczny służący do ciągłej rejestracji stanów wody na Warcie w Uniejowie (fot. M. Gorączko)

zjawisk lodowych prowadzono przy starym moście drogowym aż do momentu, kiedy w lutym 1958 r. pochód lodów zniszczył łatę wodowskazową. W tym też roku posterunek przeniesiono 930 m poniżej starego mostu, lokując go przy wjeździe do portu nadzoru wodnego. W tym miejscu już dużo wcześniej, bo od wiosny 1942 r., funkcjonował limnigraf umożliwiający ciągłą rejestrację stanów wody.

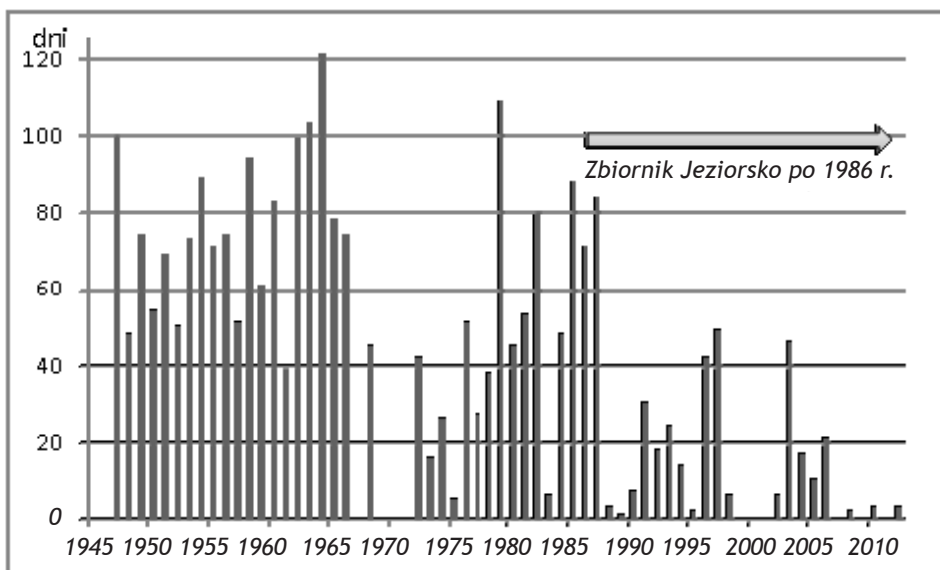
WYNIKI BADAŃ

Charakterystykę zlodzenia opracowano porównując jego przebieg oddzielnie dla okresu przed budową Zbiornika Jeziorsko i w trakcie jego eksploatacji.

Okres pierwszy (lata 1947–1986) cechował się rozwojem zjawisk lodowych kształtujących się głównie pod wpływem czynników naturalnych. Przeciętnie, zjawiska lodowe pojawiały się w pierwszej dekadzie grudnia, a kończyły na początku pierwszej dekady marca, trwając łącznie nieco ponad dwa miesiące. Najwcześniejsze zjawiska lodowe odnotowano w sezonie 1956/1957, bo już w pierwszej dekadzie listopada; najpóźniej ostatnie dni ze zjawiskami lodowymi obserwowano 1 kwietnia w sezonie 1963/1964. Sezon ten charakteryzował się także rekordowo długim czasem trwania zjawisk lodowych – łącznie 121 dni, a więc blisko dwukrotnie dłużej niż przeciętnie (ryc. 1). Zimy ze zjawiskami lodowymi trwającymi łącznie dłużej niż trzy miesiące wystąpiły ponadto w latach: 1947, 1954, 1958, 1962, 1963 i 1979, czyli średnio co sześć lat. Zjawiska lodowe notowane były w każdym z sezonów zimowych, najkrócej w latach 1975 i 1983, odpowiednio 5 i 6 dni.

Udział dni z pokrywą lodową w liczbie dni ze zjawiskami lodowymi wyniósł średnio w latach 1947–1986 nieco ponad 50%, aczkolwiek w przypadku dziesięciu sezonów zimowych przekraczał on 80%. Pełny cykl zlodzenia, obejmujący fazę zamarzania rzeki, zaleganie pokrywy lodowej i jej rozpad, obserwowany był z wyjątkiem trzech sezonów: 1948/1949, 1974/1975 i 1982/1984. Z reguły zlodzenie rzeki przebiegało w sposób ciągły, tylko w czterech przypadkach wystąpienie odwilży śródzimowych spowodowało, że zlodzenie rzeki odbywało się w dwóch (zimy z lat 1950/1951, 1959/1960, 1973/1974), a nawet trzech (zima 1965/1966) oddzielnych od siebie cyklach. W tym okresie przeciętny czas trwania pokrywy lodowej na Warcie w Uniejowie wyniósł 38 dni (ryc. 2).

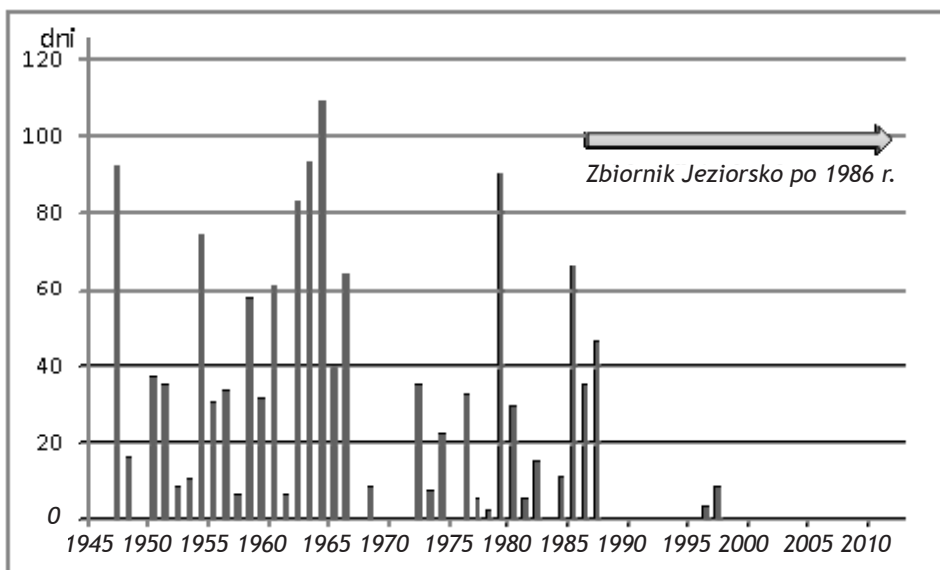
Najwcześniejsze do utworzenia się pokrywy lodowej doszło w sezonie 1965/1966 (18 listopada), natomiast najpóźniej – na początku trzeciej dekady lutego (sezon 1947/1948). Przeciętny termin zaniku pokrywy lodowej przypadał na ostatnią dekadę lutego, ale np. w roku 1964 była ona obserwowana jeszcze 26 marca (ryc. 3). Według danych IMiGW, w latach 1947–1986 dwukrotnie doszło tu do powstania zatoru lodowego. Miało to miejsce w dniach 18–22 marca 1947 r. oraz 13–14 stycznia 1951 r. Najprawdopodobniej do uformowania się zatoru poniżej Uniejowa doszło także w drugiej dekadzie marca 1963 r., o czym świadczyłby zaobserwowany przy całkowitym zlodzeniu rzeki wzrost stanu wody o ponad 200 cm aż do osiągnięcia maksimum półrocza zimowego dla tego przekroju wodowskazowego.



Ryc. 1. Czas trwania zjawisk lodowych na Warcie w Uniejowie w latach 1947–2012

Uwaga: w latach 1967, 1969–1971 nie prowadzono obserwacji

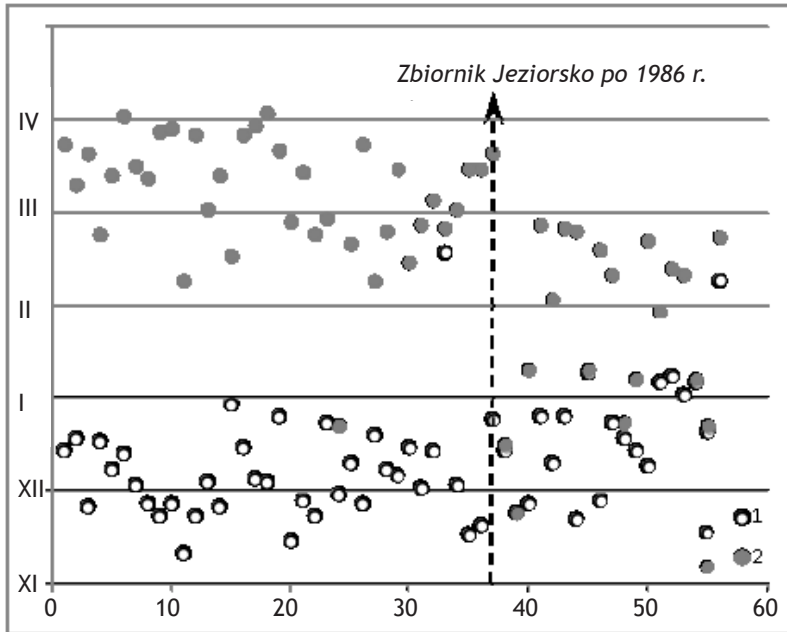
Źródło: opracowanie własne



Ryc. 2. Czas trwania pokrywy lodowej na Warcie w Uniejowie w latach 1947–2012

Uwaga: w latach 1967, 1969–1971 nie prowadzono obserwacji

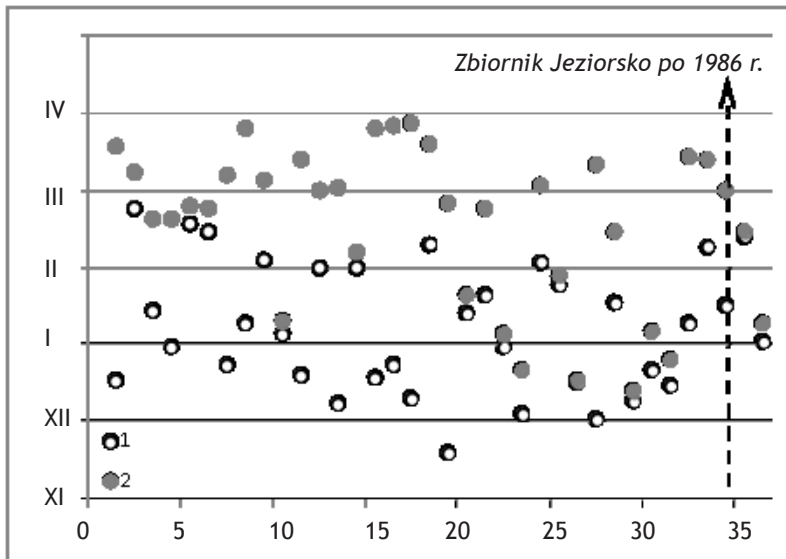
Źródło: opracowanie własne



Ryc. 3. Terminy pojawiania się (1) i zaniku (2) zjawisk lodowych na Warcie w Uniejowie w następujących po sobie sezonach zimowych w okresie 1947–2012

Uwaga: na ryc. pominięto sezony, w których zjawisk nie zaobserwowano oraz sezony, w których obserwacje nie były prowadzone

Źródło: opracowanie własne



Ryc. 4. Terminy pojawiania się (1) i zaniku (2) pokrywy lodowej na Warcie w Uniejowie w następujących po sobie sezonach zimowych w okresie 1947–2012

Uwaga: na ryc. pominięto sezony, w których nie zaobserwowano zlodzenia rzeki oraz sezony, w których obserwacje nie były prowadzone

Źródło: opracowanie własne

Tabela 1. Wybrane parametry charakteryzujące zjawiska lodowe na Warcie w Uniejowie przed i po wybudowaniu Zbiornika Jeziorsko

| | 1947–1986* | | | 1987–2012 | | |
|--------------|-------------------------------------|----------------------------|------------------|----------------------------|---------------------------|------------------|
| | Zjawiska lodowe ogółem | | | | | |
| | min. | maks. | prze- ciętnie | min. | maks. | prze- ciętnie |
| Początek | 10.11 (1956/ 1957) | 15.02 (1982/ 1983) | 3.12 | 21.11 (1994/ 1995) | 6.02 (2011/ 2012) | 20.12 |
| Koniec | 31.12 (1973/ 1974) | 1.04 (1963/ 1964) | 11.03 | 23.11 (1988/ 1989) | 19.03 (1986/ 1987) | 4.02 |
| Czas trwania | 5 dni (1974/ 1975) | 121 dni (1963/ 1964) | 63 dni | 1 dzień (1988/ 1989) | 84 dni (1986/ 1987) | 22 dni |
| | Zjawiska we wszystkich sezonach | | | Brak zjawisk w 6 sezonach | | |
| | Pokrywa lodowa (zamarznięcie rzeki) | | | | | |
| | min. | maks. | prze- ciętnie | min. | maks. | prze- ciętnie |
| Początek | 18.11 (1965/ 1966) | 21.02 (1947/ 1948) | 5.01 | 31.12 (1996/ 1997) | 10.02 (1995/ 1996) | 23.01 |
| Koniec | 12.12 (1980/ 1981) | 26.03 (1963/ 1964) | 25.02 | 7.01 (1996/ 1997) | 12.03 (1985/ 1986) | 14.02 |
| Czas trwania | 2 dni (1977/ 1978) | 109 dni (1963/ 1964) | 38 dni | 3 dni (1995/ 1996) | 46 dni (1986/ 1987) | 19 dni |
| | Brak pokrywy w 3 sezonach | | | Brak pokrywy w 23 sezonach | | |

*Ze względu na brak danych nie uwzględniono lat 1967, 1969, 1970 i 1971.

Źródło: opracowanie własne.

Zasadnicze zmiany w przebiegu zjawisk lodowych na Warcie w profilu Uniejów dokonały się z chwilą oddania do eksploatacji retencyjno-energetycznego Zbiornika Jeziorsko. Piętrząca go zapora czołowa znajduje się w odległości około 18 km powyżej miasta. We wrześniu 1986 r. dokonano wstępnego napełnienia tego zbiornika⁸, natomiast pełny zakres piętrzenia uzyskano sześć lat później. W cyklu rocznym występują znaczne wahania powierzchni i objętości akwenu, co jest związane z dążeniem do jak najbardziej efektywnego gospodarowania

⁸ Zbiornik Jeziorsko, praca zbiorowa, RZGW, Poznań 2007.

gromadzonymi w zbiorniku zasobami wodnymi. I tak, od początku grudnia do końca stycznia utrzymywany jest minimalny poziom piętrzenia ($A_{\text{całk.}} = \text{ok. } 19,6 \text{ km}^2$ i $V_{\text{całk.}} = 36 \text{ mln m}^3$). W okresie od początku lutego do połowy kwietnia przewiduje się napełnienie zbiornika podczas zimowo-wiosennego wezbrania aż do osiągnięcia normalnego poziomu piętrzenia ($A_{\text{całk.}} = \text{ok. } 39 \text{ km}^2$ i $V_{\text{całk.}} = \text{ok. } 162 \text{ mln m}^3$). Uzyskana w ten sposób objętość wody jest utrzymywana do końca czerwca. Potem rozpoczyna się opróżnianie zbiornika do poziomu minimalnego w celu przygotowania go do kolejnego wezbrania wiosennego. W każdym z etapów dopuszcza się wykorzystanie rezerwy powodziowej ($A_{\text{całk.}} = \text{maks. ok. } 43 \text{ km}^2$ i $V_{\text{całk.}} = 224 \text{ mln m}^3$).

Najbardziej zauważalną zmianą w przebiegu zjawisk lodowych na Warcie w Uniejowie po rozpoczęciu eksploatacji Zbiornika Jeziersko jest niemal całkowity zanik pokrywy lodowej. Do jej utworzenia doszło jedynie podczas trzech zim (1986/1987, 1995/1996 oraz 1996/1997) w ciągu 26 lat obserwacji. O ile w pierwszym przypadku, który obejmuje sytuację tuż po wstępnym napełnieniu zbiornika, liczba dni z pokrywą lodową wyniosła 46, w latach późniejszych całkowite zlodzenie rzeki utrzymywało się przez bardzo krótki czas – odpowiednio przez 3 i 8 dni. Przeciętna liczba dni ze zjawiskami lodowymi zmniejszyła się w porównaniu z poprzednim okresem z 63 do 22 dni, czyli trzykrotnie. O ile przeciętny termin ich pojawiania się opóźnił się o dwa tygodnie, to już przeciętny termin zakończenia zjawisk uległ przyspieszeniu o ponad miesiąc. Biorąc pod uwagę częstość występowania poszczególnych form zlodzenia, w przeciwieństwie do okresu 1947–1986, kiedy wyraźnie zaznaczała się w przypadku większości sezonów dominacja pokrywy lodowej, po 1986 r. do najdłużej obserwowanych należał lód brzegowy oraz lód brzegowy ze śryżem. Zator lodowy odnotowano tylko raz, miało to miejsce 21 lutego 1987 roku.

WNIOSKI

Typową cechą dla klimatu środkowo-zachodniej części Polski jest bardzo duże zróżnicowanie warunków termicznych w sezonach zimowych. Zimy o temperaturach powietrza znacznie niższych niż średnia wieloletnia często następują po zimach ciepłych i odwrotnie⁹. Podobną zmiennością charakteryzują się zjawiska lodowe na rzekach, skoro formowanie się lodu rzecznego, długość czasu jego występowania i terminy zaniku są bezpośrednio związane z warunkami klimatycznymi¹⁰. Z tego też względu stwierdzenie występowania jakiegoś wieloletniego, wyraźnie ukierunkowanego trendu zmian przebiegu zjawisk lodowych bywa często trudne do udowodnienia w sposób niebudzący wątpliwości. Porównując jednak termikę sezonów zimowych okresu przez lokalizacją Zbiornika Jeziersko

⁹ Biuletyn Monitoringu Klimatu Polski. Zima 2012–2013. IMGW PiB, Warszawa, www.imgw.pl.

¹⁰ J. Gołek, *Zlodzenie na rzekach polskich*, PIHM, WKiŁ, Warszawa 1974.

należy stwierdzić, że drugi okres okazał się wyraźnie cieplejszy¹¹. Łącznie, na 26 sezonów zimowych z lat 1987–2012, trzynastcie z nich odznaczało się wyższą temperaturą powietrza niż przeciętnie, z czego aż sześć uznaje się za co najmniej bardzo ciepłe. Tymczasem z okresu 1947–1986 wystąpił tylko jeden taki przypadek, w sezonie 1974/1975. Do zim ekstremalnie chłodnych zaliczono jedynie sezon 1995/1996, podczas którego czas trwania zjawisk lodowych wyniósł 42 dni, zaś samej pokrywy lodowej tylko 3 dni. W podobnych warunkach termicznych w trakcie zim z lat 1947, 1954, 1963, 1970, 1979 i 1985 liczba dni ze zjawiskami lodowymi wahała się od 88 do 109, natomiast długość czasu zalegania pokrywy lodowej od 66 do 93 dni. Głównym czynnikiem warunkującym tworzenie się lodu rzecznego, oprócz odpowiednio niskiej temperatury powietrza, jest występowanie w masie wody rumowiska rzecznego, a zwłaszcza zawieszin stanowiących jądra krystalizacji lodu¹². Tymczasem budowa Zbiornika Jeziorsko spowodowała zaburzenie ciągłości ruchu rumowiska niesionego przez Wartę¹³. Znaczny jego ładunek zostaje zatrzymany w obrębie czaszy zbiornika¹⁴. W dodatku jak wykazały badania, gromadzące się na dnie zbiornika osady szybko ulegają konsolidacji i mogą być uniesione jedynie podczas największych wezbrań.

Lokalizacja w biegu rzeki przepływowego zbiornika wodnego, o tak dużej powierzchni i pojemności jak Zbiornik Jeziorsko na Warcie, musiała w istotny sposób wpłynąć na termikę wód i to na znacznej długości rzeki poniżej zapory. Ochłodzenie wody w okresie zimowym w większych zbiornikach wodnych, ze względu na ich znaczną objętość, zachodzi znacznie wolniej niż w rzekach je zasilających. W obrębie zbiornika, po utworzeniu się pokrywy lodowej ograniczona zostaje możliwość oddawania ciepła z wody do atmosfery przez wypromieniowanie. O ile więc temperatura wody bezpośrednio pod pokrywą lodową wynosi około 0°C, to wraz z głębokością wzrasta, osiągając przy dnie temperaturę zbliżoną do 4°C, znacznie wyższą niż temperatura powietrza i temperatura wód swobodnie płynących w okresach mrozów. W konsekwencji, temperatura wód rzecznych wypływających ze zbiornika jest wyższa niż by to wynikało z lokalnych warunków meteorologicznych. W efekcie przez znaczną część sezonu zimowego Zbiornik Jeziorsko stanowi bufor termiczny, kształtując temperaturę wypływających z niego wód Warty na poziomie o kilka stopni wyższym niż temperatura zamarzania, co utrudnia formowanie zjawisk lodowych (zwłaszcza dotyczy to tworzenia się pokrywy lodowej), przynajmniej na odcinku od zbiornika do Uniejowa. Istnienie podobnych jak w przypadku analizowanego odcinka Warty prawidłowości, dotyczących deformacji naturalnego reżimu termicznego

¹¹ Biuletyn Monitoringu Klimatu Polski. Zima 2012–2013. IMGW PiB, Warszawa, www.imgw.pl

¹² J. Lambor, *Geneza lodu prądowego i jego pojawienie się na rzekach środkowoeuropejskich zlewiska Morza Bałtyckiego*, Wiad. Służby Hydrol. Met., I, 3, 1948, s. 213–244.

¹³ M. Wierzbicki, M. Hämmerling, B. Przedwojski, *Przebieg procesu erozji poniżej zbiornika Jeziorsko na rzece Warcie*, Przegl. Nauk. Inż. i Kształt. Środ., s. 137–145.

¹⁴ J. Wicher-Dysarz, T. Dysarz, *Wpływ rezerwatu przyrody na eksploatację zbiornika nizinnego Jeziorsko*, Infr. i Ekol. Teren. Wiejs., 4/1, 2007, s. 179–186.

rzek w Polsce przegrodzonych budowlami piętrzącymi, wykazano wcześniej w przypadku Dunajca poniżej kaskady zbiorników Rożnów-Czchów¹⁵, a także na Ropie poniżej retencyjnego zbiornika Klimkówka¹⁶. Duże zmiany w przebiegu zlodzenia na Wiśle w Toruniu, po powstaniu zapory i zbiornika wodnego we Włocławku (odległość 59 km) stwierdza także B. Pawłowski¹⁷. Długość trwania okresu zlodzenia została ograniczona o ok. 30%, a częstość pojawiania się pokrywy lodowej zmalała w Toruniu dwukrotnie.

Na zakończenie warto stwierdzić, że wraz ze zmniejszeniem się dynamiki zjawisk lodowych na Warcie w strefie oddziaływania Zbiornika Jeziorsko, nastąpiło istotne ograniczenie ryzyka powodziami zatorowymi – wywołanymi przez nagromadzenie się lodu rzecznego w korycie. Zjawisko to najczęściej występuje w fazie rozpadu pokrywy lodowej, a w przypadku Uniejowa występowanie pokrywy lodowej uległo znacznemu ograniczeniu.

Bibliografia

- Cyberska B., *Zmiany w temperaturze i zlodzeniu rzek poniżej zbiorników retencyjnych*, Gosp. Wodna, 7, 1972, s. 244–250.
- Gołek J., *Zlodzenie na rzekach polskich*, PIHM, WKiŁ, Warszawa 1974.
- Grześ M., Pawłowski B., *Hydromorfologiczne uwarunkowania lodolamania na Wiśle od stopnia wodnego we Włocławku do ujścia, z uwzględnieniem sezonu zimowego 2011/2012*, RZGW w Gdańsku, Gdańsk 2012.
- Lambor J., *Geneza lodu prądowego i jego pojawienie się na rzekach środkowoeuropejskich zlewiska Morza Bałtyckiego*, Wiad. Służby Hydrol. Met., I, 3, 1948, s. 213–244.
- Ujda K. (red.), *Wodowskazy na rzekach Polski. Cz. I. Wodowskazy w dorzeczu Odry i na rzekach Przymorza między Odrą a Wisłą*, PIHM, WKiŁ, Warszawa 1969.
- Paślawski Z., *Metody hydrometrii rzecznej*, IMGW, WKiŁ, Warszawa 1973.
- Pawłowski B., *Long-term variability in the course of ice phenomena on the Vistula River in Toruń*, Bull. of Geogr., Phys. Geogr. Ser., No. 1/2009, s. 91–102.
- Rocznik Hydrologiczny Wód Powierzchniowych. Dorzecze Odry i rzeki Przymorza między Odrą a Wisłą, 1945–1983*, WKiŁ, Warszawa.
- Wicher-Dysarz J., Dysarz D., *Wpływ rezerwatu przyrody na eksploatację zbiornika nizinnego Jeziorsko*, Infr. i Ekol. Teren. Wiejs., 4/1, 2007, s. 179–186.
- Wiejaczka Ł., *Wpływ zbiornika wodnego Klimkówka na abiotyczne elementy środowiska przyrodniczego w Dolinie Ropy*, Prac. Geogr., 229, IGIPIZ PAN, Warszawa 2011.
- Wierzbicki M., Hämmerling M., Przedwojski B., *Przebieg procesu erozji poniżej zbiornika Jeziorsko na rzece Warcie*, Przegl. Nauk. Inż. i Kształt. Środ., 40, 2008, s. 137–145.
- Zbiornik Jeziorsko*, praca zbiorowa, RZGW, Poznań 2007.

¹⁵ B. Cyberska B., *Zmiany w temperaturze i zlodzeniu rzek poniżej zbiorników retencyjnych*, Gosp. Wodna, 7, 1972, s. 244–250.

¹⁶ Ł. Wiejaczka, *Wpływ zbiornika wodnego Klimkówka na abiotyczne elementy środowiska przyrodniczego w Dolinie Ropy*, Prac. Geogr., 229, IGIPIZ PAN, Warszawa 2011.

¹⁷ B. Pawłowski, *Long-term variability in the course of ice phenomena on the Vistula River in Toruń*, Bull. of Geogr., Phys. Geogr., Ser. 1/2009, s. 91–102.

CHANGING OF ICE PHENOMENA ON WARTA RIVER IN VICINITY OF UNIEJÓW

Summary

The article synthesises the results from observations of ice phenomena on Warta River in Uniejów in years 1947–2012. From beginning of 1980s average time, in yearly perspective, in which the river was frozen was over two months, with ice cover appearing almost annually. The years in which the river was frozen the longest are were 1947, 1954–1955, 1962–1964 and 1979, which coincides with the occurrences of coldest and longest winters in this region of Poland. The research shows however, that the ice phenomena on Warta River in vicinity of Uniejów, are determined not only by climate factors, but also, in a great extent, by Jeziorsko Reservoir, from the very beginning of its utilization. Construction of this reservoir, completed in 1986, resulted in a decrease of the duration of ice occurrences by nearly three times, and the complete freezing of the river became a rare phenomenon.

Słowa kluczowe: Uniejów, rzeka Warta, zjawiska lodowe, zbiornik Jeziorsko

Key words: Uniejów, Warta River, ice phenomena, Jeziorsko Reservoir