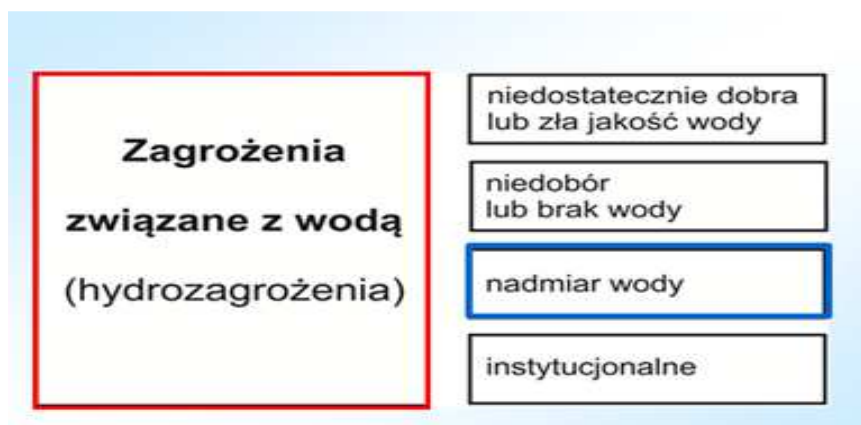


# Hydrozagrożenia

**Słowa kluczowe:** powódzie, susze, zła jakość wody

Hydrozagrożenia należą do jednych z najbardziej zróżnicowanych typów geozagrożeń. Hydrozagrożenia mogą być wywołane (Iwanicki i in. 2014, ryc. 1):

- 1) nadmiarem wody,
- 2) brakiem wody lub jej niedoborem,
- 3) złą jakością wody
- 4) czynnikami instytucjonalnymi związanymi z nieodpowiednim zarządzaniem zasobami wodnymi.



Ryc. 1. Przyczyny hydrozagrożeń

Do hydrozagrożeń związanych z **nadmiarem wody** należą wezbrania rzeczne, zalanie terenu wodą morską, zalanie terenu wodą jeziorną oraz podtopienia (ryc. 2). Następstwem wyjątkowo dużych wezbrań są powódzie. Ustawa z 18 lipca 2001 r. (Prawo Wodne, Art. 9) definiuje powódź jako „wezbranie wody w ciekach naturalnych, zbiornikach wodnych, kanałach lub na morzu, podczas którego woda po przekroczeniu stanu brzegowego zalewa doliny rzeczne albo tereny depresyjne i powoduje zagrożenie dla ludności lub mienia”. Jest to definicja bardzo szeroka, ujmująca kilka procesów powodujących powódź. Z kolei Prawo Wodne znowelizowane w nawiązaniu do Dyrektywy Powodziowej UE definiuje powódź jako „czasowe pokrycie przez wodę terenu, który w normalnych warunkach nie jest pokryty wodą, wywołane przez wezbranie wody w ciekach naturalnych, zbiornikach wodnych, kanałach oraz od strony morza, z wyłączeniem pokrycia przez wodę terenu wywołanego przez wezbranie wody

w systemach kanalizacyjnych” uszczegóławiając przy tym ryzyko powodziowe rozumiane jako „kombinację prawdopodobieństwa wystąpienia powodzi i potencjalnych negatywnych

skutków powodzi dla życia i zdrowia ludzi, środowiska, dziedzictwa kulturowego oraz działalności gospodarczej” (Dz.U. 2001, Nr 115, poz. 1229; <http://isap.sejm.gov.pl>).



Ryc. 2. Rodzaje hydrozagrożeń związanych z nadmiarem

Hydrozagrożenia związane ze **złą jakością wody** zagrażają lub uniemożliwiają osiągnięcie zadowalającej jej jakości oraz dobrego stanu ekosystemów wodnych i od wody zależnych, co przedkłada się m.in. na niemożność zaspokojenia podstawowych potrzeb społeczeństwa/człowieka związanych z zaopatrzeniem w wodę. Podobne skutki powodują hydrozagrożenia związane z brakiem lub niedoborem wody. Do najpoważniejszych współczesnych problemów należą zanieczyszczenia związkami organicznymi, związkami biogennymi (azotu i fosforu), substancjami toksycznymi (związki organohalogenne, organofosforowe oraz cynoorganiczne, substancje o udowodnionych właściwościach rakotwórczych lub mutagennych, trwale węglowodory, toksyczne substancje organiczne o właściwościach biokumulujących, cyjanki, metale i ich związki, arsenik i jego związki, biocydy i środki ochrony roślin, substancje w zawiesinie) i mikroorganizmami chorobotwórczymi. Współczesne badania potwierdzają wzrost zagrożenia związanego z przedostawaniem się do obiegu substancji farmakologicznych, do których należą m.in. związki z grupy niesteroidowych leków przeciwzapalnych, estrogeny, hormony, antybiotyki oraz środki stosowane w chemioterapii (Gromiec i in. 2014).

Zagrożenia związane z **brakiem lub niedoborem wody** pojawiają się przede wszystkim podczas suszy glebowej lub hydrologicznej będących skutkami suszy meteorologicznej (Tokarczyk 2010). Niektórzy autorzy wyróżniają suszę socjoekonomiczną akcentując przy tym odczuwalną dla systemu ekonomicznego wielkość strat wywołanych deficytem wody, co w pewnych sytuacjach może prowadzić do niepokojów społecznych (Wilhite 2005 za Tomaszewski 2012). Uogólniając można stwierdzić, iż negatywne skutki susz dzielą się na trzy grupy: środowiskowe, ekonomiczne i społeczne. Do skutków środowiskowych należą wysychanie obszarów podmokłych, wzrost natężenia defoliacji, utrata biologicznej różnorodności, pogorszenie kondycji zdrowotnej drzewostanów itd. Do skutków ekonomicznych należą m.in. straty w produkcji rolnej, kłopoty z zaopatrzeniem w wodę dla przemysłu, obniżona produkcja energii w elektrowniach wodnych, straty w dochodach z turystyki i transportu wodnego, zakłócenia dostaw wody dla gospodarki komunalnej itd. Skutki społeczne przejawiają się ograniczeniem dostępu do wody, wysokimi kosztami żywności, stresem wywołanym utratą plonów (Kędziora i in. 2014).

**Zagrożenia instytucjonalne** wynikają z niewłaściwego zarządzania zasobami wodnymi lub z nieadekwatnej działalności instytucji gospodarki wodnej względem celów, którym mają one służyć, z braku koordynacji działań między poszczególnymi instytucjami oraz braku komplementarności między regulacjami związanymi z gospodarką wodną, z błędów w alokacji uprawnień decyzyjnych między sektorami i szczeblami administracyjnymi a także z niezdolności do wykorzystania wiedzy eksperckiej w zapobieganiu niekorzystnym skutkom hydrozagrożeń (Kindler i in. 2014).

### Hydrozagrożenia związane z nadmiarem wody

Wezbrania rzeczne są w Polsce najczęstszym rodzajem zagrożeń wywołujących powódź. Rodzaje powodzi wynikają z genetycznych typów wezbrań. Należy tu rozróżnić wezbrania rozumiane jako „wyraźne podniesienie się stanu wody w rzece lub w innym zbiorniku wody powierzchniowej, wywołane wzmożonym zasilaniem lub podpiętrzeniem spowodowanym utrudnieniem w swobodnym odpływie” (Jokiel 2008). Utrudnienie może przejawiać się spiętrzeniem wody w korycie rzeki w wyniku zatoru lodowego lub śryżowego, nagromadzenia pni i gałęzi drzew, bujnego rozwoju roślinności w korycie rzeczonym lub wskutek naporu wody morskiej generowanego przez bardzo silny wiatr lub falą pływową (Bajkiewicz-Grabowska, Mikulski 1998; Bartnik, Jokiel 2012).

Wezbrania rzeczne mogą być wywołane kilkoma czynnikami, których rodzaj zależy przede wszystkim od warunków klimatycznych. W Polsce występują wezbrania opadowe, roztopowe i zatorowe (ryc. 3). W ostatnich latach upowszechniły się określenia „wezbrania rozlewne” i „wezbrania nawalne”. Nie są to pojęcia właściwe – raczej skróty myślowe – bowiem terminy „rozlewne” i „nawalne” odnoszą się do charakterystyk opadów, nie zaś do przepływu wody w rzece. Zdarzenia hydrologiczne należy zatem nazywać „wezbraniem z deszczów nawalnych”, „wezbraniem z deszczów rozlewnych” – tak, jak czynili to Lambor (1962) i Dębski (1970).



Ryc. 3. Wezbrania rzeczne i ich przyczyny

Wezbrania roztopowe powstają w wyniku gwałtownego topnienia śniegu wskutek znacznego wzrostu temperatury powietrza. Opady deszczu przyspieszają topnienie i potęgują

wezbrania roztopowe. Mają one zwykle szeroki zasięg terytorialny. Odrębnymi typami są wezbrania zatorowe powodowane piętrzeniem wody z powodu zablokowania rzeki śryżem, krą lub lodem dennym. Warto dodać, iż Lambor (1962) powodzie zatorowe i śryżowe traktował jako odrębne typy zwracając uwagę na różnicowanie przyczyn, przebieg, lokalizację, zasięg i porę występowania. Do powodzi śryżowych dochodzi wskutek pojawienia się w korycie rzeki lodu dennego i śryżu powstających przy bardzo gwałtownych spadkach temperatury powietrza. Śryż zatrzymuje się na pływaczach i innych przeszkodach tworząc zatory. Powodzie zatorowe tworzą się zwykle w grudniu i styczniu, czasami również w okresie roztopów – w lutym i marcu. Do powstawania zatorów dochodzi najczęściej w obrębie zakoli rzek, zwężenia koryta lub miejscach występowania łach oraz w przekrojach mostowych a także powyżej zapór i stopni piętrzących. Wezbrania rzeczne mogą być wywołane gwałtownym spływem wód z jezior lodowcowych lub zaporowych (naturalnych lub antropogenicznych). Spektakularny przebieg mają wezbrania lodowcowe na obszarach położonych w strefie geotermicznej. Dochodzi tam do gwałtownego odpływu wody z jezior subglacjalnych lub wód z roztopionego lodu w wyniku erupcji wulkanu (Björnsson 2005, Jania 1996). Na Islandii wezbrania takie noszą nazwę *jökulhlaup* (ryc. 3). Naturalne jeziora zaporowe tworzą się w dolnych częściach lodowców szarżujących. W wyniku udrożnienia szczelin lodowcowych dochodzi do gwałtownego spływu wody z jeziora (np. Gösvatnet, Spitsbergen).

Na wybrzeżach morskich lub oceanicznych występują wezbrania morskie, których przyczyną są silne wiatry (ryc. 2). W Polsce sztormy na Bałtyku występują najczęściej jesienią, zimą i wiosną. Wody morskie zalewają wybrzeże oraz utrudniają odpływ wody z rzek, powodując wezbrania w ich ujściowych odcinkach. W przypadku łącznego oddziaływania wezbrania roztopowego, zatoru lodowego i sztormu, prawdopodobieństwo powodzi katastrofalnej na wybrzeżu jest bardzo duże. Taka powódź miała miejsce wiosną w roku 1929; została wówczas zniszczona znaczna część Gdańska, zanotowano ofiary śmiertelne (<http://www.zulawy.info/>). Do zalania terenu wodą morską może także dojść w przypadku tsunami. W grudniu 2004 r fala tsunami wywołana podwodnym trzęsieniem ziemi o mocy około 9 stopni w skali Richtera zalała wybrzeża oceanu Indyjskiego w tym Indonezji, Tajlandii i Sri Lanki. Hipocentrum trzęsienia znajdowało się 30 km pod dnem Oceanu Indyjskiego w pobliżu zachodniego wybrzeża północnej Sumatry (<http://uk.reuters.com/newsArticle.jhtml>). Do wybrzeży Azji dotarła bardzo wysoka fala, która wdzierając się w głąb lądu osiągnęła miejscami wysokość 30 m (Paris i in. 2007). Ocenia się, że około 300 tys. osób straciło życie, zaś kilka milionów – dach nad głową.

Zalanie terenu wodą jeziorną (wezbranie jeziorne, ryc. 2) może być wywołane wskutek podniesienia się stanu wody w wyniku przede wszystkim bardzo wysokich opadów, czego przykładem jest zalanie otoczenia jeziora Texoma w Oklahomie w czerwcu 2015 r. ([www.geologyinmotion.com](http://www.geologyinmotion.com)). O wiele gwałtowniej przebiegają jednak wezbrania jeziorne spowodowane wypełnieniem misy zbiornika materiałem pochodzącym ze zboczy. Tego typu fala zalała strefę przybrzeżną zbiornika powyżej zapory wodnej Vajont (dorzecze Piawy, Włochy), kiedy w październiku 1963 r. do zbiornika osunęło się ze zboczy 260 mln m<sup>3</sup> materiału zwietrzelinowego. Osuwisko spowodowało gwałtowne przelanie się 30 mln m<sup>3</sup> wody przez zapórę (Ward, Day 2011). Prawie 70-metrowa fala zalała w niespełna 7 minut kilka miejscowości położone poniżej zapory: Pirago, Rivalta, Villanova, Fae oraz miasteczko Longarone. Śmierć poniosło około 3,1 tys. ludzi. Do powstania osuwiska przyczyniły się w głównej mierze trzy czynniki: wysokie opady deszczu, obecność strukturalnych powierzchni poślizgu (granice ławic) zgodnych z nachyleniem zbocza doliny oraz zmiana stosunków wodnych w masywie skalnym związana z napełnianiem zbiornika, które spowodowało wzrost ciśnienia poprzez zatrzymanie swobodnego odwadniania.

Podtopienie (ryc. 2) jest to chwilowe zalanie terenu wywołane przez lokalne deszcze o dużej wydajności i intensywności lub przez gwałtowne topnienie śniegu o dużej miąższości i gęstości (Mikulski 1998; Zajbert 1975). Definicja ta wymaga komentarza i uzupełnień.

i) Wątpliwości budzi określenie „chwilowe”, które jest pojęciem względnym i nieadekwatnym w stosunku do kilkunastodniowych lub nawet dłużej utrzymujących się podtopień wiosną podczas roztopów lub podczas wydajnych opadów latem.

ii) W *Międzynarodowym słowniku hydrologicznym* (2001) pojęcia „podtopienie opadowe” zdefiniowane jest jako „nagromadzenie wody deszczowej w następstwie wystąpienia opadu o intensywności przekraczającej zdolność odpływu naturalnym lub sztucznym systemem odprowadzającym”.

iii) Warto też dodać, iż powodem podtopienia nie musi być „gwałtowne” topnienie śniegu w przypadku, gdy grunt jest przemarznięty. Topnienie może wówczas przebiegać spokojnie, jednak infiltracja wód roztopowych jest utrudniona i to staje się przyczyną podtopienia.

iv) Wymienione definicje nie uwzględniają podtopienia wskutek ciśnienia hydraulicznego wywołanego napełnieniem międzywała podczas wezbrań i przesiąkaniem wałów przeciwpowodziowych a także sytuacji, gdy wody wezbranej rzeki uniemożliwiają swobodny dopływ wód gruntowych do rzeki.

Reasumując zatem można stwierdzić, iż podtopienie jest to nagromadzenie wody na obszarze o wypełnionej pojemności infiltracyjnej podłoża oraz utrudnionym odpływie, przy czym woda ta może pochodzić z opadów deszczu, topnienia pokrywy śnieżnej, przesiąkania wałów przeciwpowodziowych lub z wód podziemnych. W ostatnich latach lokalny wymiar mają podtopienia związane z aktywnością bobrów, których populacja dość gwałtownie rośnie. O ile w 1972 r. liczebność bobrów wynosiła 350 osobników, o tyle w roku 2002 było ich już 14,5 tys. (Miszczuk, Oględzki 2004; a w roku 2013 aż 96 658 (Rocznik Statystyczny 2014. Podpiętrzenie wody tamami bobrowymi w dnie doliny powoduje zalanie łąk, pastwisk, nierzadko pól uprawnych a nawet obiektów gospodarczych i komunalnych.

Warto dodać, że w ujęciu hydrogeologicznym „podtopienie terenu” inaczej „zalewisko” definiowane jest jako nagromadzenie wody w górniczej niecce obniżeniowej, to jest partii terenu obniżonej wskutek podziemnej eksploatacji górniczej (*Słownik hydrogeologiczny*, 1997)

Reasumując można stwierdzić, że przyczyną większości hydrozagrożeń są czynniki naturalne. Niemniej jednak niektóre zdarzenia być wywołane czynnikami antropogenicznymi, np. awarią zapory wodnej, świadomym przerwaniem wałów przeciwpowodziowych w celu ochrony ważnego obiektu. Często zdarza się, iż wymienione przyczyny występują łącznie. Przykładowo, jednocześnie topi się pokrywa śnieżna, pada deszcz, a spływająca rzeką kra (pokruszona wskutek odwilży pokrywa lodowa) zatrzymuje się na mieliznach i krzakach w korycie rzeki, tworząc zatory lodowe. Dochodzi wówczas do powodzi o charakterze **poligenetycznym**. Wyjątkowo duże wezbrania mogą sprzyjać katastrofom synergicznym, występującym wówczas, gdy skutki powodzi o genezie naturalnej nakładają się na katastrofę antropogeniczną lub odwrotnie (Bartnik, Jokieli 2012). Niektóre z powodzi charakteryzują się bardzo gwałtownym przebiegiem i krótkim czasem trwania, toteż zwykle nazywane są powodziami błyskawicznymi (Pociask-Karteczka, Żychowski 2014).

## Literatura

- E. Bajkiewicz-Grabowska, Z. Mikulski, 1999. *Hydrologia ogólna*. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 313.
- P. Bartnik, A. Jokieli, 2012. *Geografia wezbrań i powodzi rzecznych*. Wyd. UŁ, Łódź, 263.
- A. Bartnik, P. Jokieli, 2008. Odpływy maksymalne i indeksy powodziowości rzek półkuli Północnej. *Przegląd Geograficzny*, 80, 3, 361-383.

- H. Björnsson, 2005. Present day glaciation of Iceland: glacier geometry, subglacial geology, mass balance, flow, hydrology and future perspectives, 9-12, *Współczesne zlodowacenie Islandii: geometria lodowcowa, geologia subglacialna, bilans masy, ruch lodowców, hydrologia i przyszłe perspektywy* [w:] Rekonstrukcja procesów glacialnych w wybranych strefach marginalnych lodowców Islandii – formy i osady. Oficyna Wydawnicza TURPRESS, Toruń, 148.
- M. Gromiec, A. Sadurski, M. Zalewski, P. Rowiński, 2014. Zagrożenia związane z jakością wody, *Nauka*, 1/2014, 99-122.
- Iwanicki J., Kindler J., Kundzewicz Z.W., 2014, *Zagrożenia związane z wodą*, *Nauka*, 1/2014, 63-76.
- J. Jania, 1996. *Zrozumieć lodowce*. Warszawa. Wydawnictwo Naukowe PWN. 235.
- P. Jokiel, 2008. Przepływy ekstremalne wybranych rzek środkowej Polski w latach 1951-2000. *Acta Universitatis Lodziensis, Folia Geographica Physica*, 8, 99-129.
- A. Kędziora, M. Kępińska-Kasprzak, P. Kowalczak, Z.W. Kundzewicz, A.T. Millet, E. Pierzgliński, T. Tokarczyk, 2014. Zagrożenia związane z niedoborem wody, *Nauka, PAN*, 1/2014, 149-172.
- J. Kindler, J. Iwanicki, Z.W. Kundzewicz, P. Matczak, R. Miłaszewski, J. Żelazo, 2014. Zagrożenia instytucjonalne. *Nauka, PAN*, nr 1/2014, 173-195.
- J. Lambor, 1962. *Gospodarka wodna na zbiornikach retencyjnych*. Wydawnictwo Arkady, Warszawa, 257.
- Międzynarodowy słownik hydrologiczny*, 2001. red. Magnuszewski A., Soczyńska U., PWN, Warszawa, 250.
- Z. Mikulski, 1998. *Gospodarka wodna*. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 202.
- H. Miszczuk, P. Oględzki, 2004. Inwentaryzacja populacji bobra europejskiego (*Castor fiber*) w zlewni rzeki Osownicy. *Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*, 2 (29), 179-190.
- R. Paris, F. Lavigne, P. Wassmer, J. Sartohadi, 2007. Coastal sedimentation associated with the December 26, 2004 tsunami in Lhok Nga, west Banda Aceh (Sumatra, Indonesia). *Marine Geology* 238, 93-106.
- J. Pociask-Karteczka, J. Żychowski, 2014. Powodzie błyskawiczne (flash floods) – przyczyny i przebieg [w:] Ciupa T., Suligowski R. (red.). *Woda w mieście*, Monografie Komisji Hydrologicznej PTG, 2, 213-226.
- Prawo Wodne*, Dz.U. 2015 poz. 469, jednolity tekst ustawy obwieszony 27 lutego 2015 r. Art. 9 (<http://isap.sejm.gov.pl>)
- Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej*, 2014. Główny Urząd Statystyczny. Rok LXXIV Warszawa.
- Słownik hydrogeologiczny*, 1997. red. T. Bocheńska, A.S. Kleczkowski, A. Rózkowski, Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. Warszawa. Wydawnictwo TRIO,
- T. Tokarczyk, 2014. Zagrożenia związane z niedoborem wody, *Nauka*, 1/2014, 149-172.
- E. Tomaszewski 2012, *Wieloletnia i sezonowa dynamika nizin w rzekach środkowej Polski*, Wyd. UŁ, Łódź, 265.
- S.N. Ward, S. Day, 2011. The 1963 Landslide and Flood at Vajont Reservoir Italy. A tsunami ball simulation, *Italian Journal of Geoscience*, 130 (1), 16-26.
- D.A. Wilhite, 2005. Drought [w:] J.E. Olivier (red.) *Encyclopedia of World Climatology*, Springer, Dordrecht, 338-341.
- M. Zajbert, 1975. *Gospodarka wodna*, Warszawa: PAN. IGiPZ, 1975.
- [www.zulawy.info](http://www.zulawy.info)
- [uk.reuters.com/newsArticle.jhtml](http://uk.reuters.com/newsArticle.jhtml)