

ZMIANA KLIMATU

NATURALNE ZJAWISKA EKSTREMALNE

CZ. 1

Tropikalny cyklon Nargis,
8 maja 2010 r.

FOT. DOMENA PUBLICZNA/NOAA

Wielu powie, że susze, powodzie, sztormy czy huragany to nic nowego, że takie zjawiska ekstremalne znane są od dawna, że wspomniane są nawet w przekazach historycznych. Dlaczego więc katastrofy naturalne miałyby świadczyć o zmianie klimatu? Rzecz jednak nie w samej istocie takich zjawisk, ale we wzrastającej częstotliwości ich występowania, coraz większej skali oraz rosnących stratach – zarówno ludzkich, jak i finansowych – jakie ze sobą niosą. Prof. dr hab. Mirosław Miętus, fizyk, oceanograf i klimatolog, zastępca dyrektora IMGW PIB (Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowy Instytut Badawczy), przybliży ten temat Czytelnikom „Pomorskiego Inżyniera”.

Naturalne zjawisko ekstremalne zostało opisane przez zespół elementów charakteryzujących je i przyjmujących wartości, które występują niezwykle rzadko – z punktu widzenia historii pomiarów czy obserwacji tych elementów. Dla przykładu: wichura jest zjawiskiem ekstremalnym chociażby przez to, że niesie straty, charakteryzuje się bardzo dużymi prędkościami wiatru, takimi, które stosunkowo rzadko występują w danym rejonie.

Trzeba pamiętać, że **pojęcie zjawiska ekstremalnego odnosi się – w przypadku nauk o Ziemi – do danego miejsca czy danego regionu i zawsze jest zamknięte do jakiejś skali**. Możemy mówić o ekstremalnych opadach, np. w Polsce rzędu 350–400 mm w ciągu doby, jak również takich, które występują w skali globalnej i przekraczają 1000–1500 mm w ciągu doby. W Polsce maksymalne roczne sumy opadów dla takich lat, które były wybitnie opadowe, to rząd 2000 mm. Tego typu opady

występują tylko w rejonie Tatr i na Podkarpaciu. Natomiast w skali świata będą to opady rzędu 12 000–13 000 mm rocznie i występują np. w rejonie Zatoki Bengalskiej.

Pojęcie wysokiej wartości elementów opisujących dane zjawisko jest ściśle związane z miejscem, którego dotyczy, niezależnie od tego, czy mówimy o opadach, prędkości wiatru czy ekstremalnych wartościach temperatur itd.

Zjawiska ekstremalne możemy również zdefiniować poprzez rzadkość ich występowania – nie tylko przez wartość elementu, jaki przyjmują parametry opisujące to zjawisko. Z punktu widzenia statystyki odwołałbym się do funkcji gęstości rozkładu prawdopodobieństwa, wartości elementów opisujących dane zjawisko, jak np. opad czy prędkość wiatru i będą to te wartości, które w przypadku rozkładów symetrycznych występują na ogonach, a w przypadku rozkładów niesymetrycznych będą występowały na krańcach, z zasady na tym krańcu, który związany jest z dużymi wartościami. Czasami ekstremalnym zjawiskiem może być brak opadu np. przez cały rok – z punktu widzenia Polski brak opadów przez cały rok byłby bez wątpienia zjawiskiem ekstremalnym, ale sam brak opadu w danym miejscu i w danym dniu już niekoniecznie, bo nie codziennie u nas pada. Możemy więc powiedzieć, że w danym miejscu występują dni bezopadowe i mimo to nie uważamy ich za zjawisko ekstremalne, ale jeśli ułożą się w ciąg bezopadowy trwający ileś dni, tygodni czy miesięcy, to wówczas mogą przyjmować postać zjawiska ekstremalnego. Takie zjawisko, czyli brak opadu przez długi czas, początkowo skutkuje suszą atmosferyczną (w Polsce przyjmuje się, że musi to być okres co najmniej 20 dni), przedłużające się zjawisko suszy atmosferycznej przeradza się w suszę glebową, czyli w suszę rolniczą, a później w suszę hydrologiczną, czyli obniżenie się poziomu zwierciadła wód w wodach powierzchniowych zarówno stojących, jak i płynących itd. Nigdy w Polsce nie zdarzyła się taka sytuacja, żeby był rok bez opadów – w jakimkolwiek miejscu, w którym mierzymy opady. Ponieważ nie mamy takiego przypadku z miejsc pomiaru opadów, możemy przypuszczać, że w miejscach, w których nie mierzymy opadów, wyglądało to podobnie. W przeciwieństwie do południa Hiszpanii, gdzie zdarzają się takie sytuacje, że nie pada np. przez cały rok – są na świecie takie obszary. Tak więc w zależności od rejonu, o którym mówimy, na pewne rzeczy trzeba inaczej patrzeć.

Podsumowując: zjawisko ekstremalne to takie zjawisko, w którym elementy je opisujące przyjmują wartości bardzo wysokie lub bardzo niskie, oraz takie, które występuje bardzo rzadko, czyli prawdopodobieństwo wystąpienia danej wartości elementów opisujących to zjawisko jest niezwykle małe – z perspektywy historii naszej obserwacji.

Zjawiska ekstremalne w środowisku naturalnym wiążą się z występowaniem katastrofy, czyli z wystąpieniem szkody, bo katastrofa to z zasady zjawisko ekstremalne połączone z wystąpieniem straty.

Katastrofy naturalne generalnie dzielimy na pięć kategorii: tzw. zdarzenia geofizyczne, meteorologiczne, hydrologiczne, klimatologiczne i biologiczne. Z zasady najrzadziej mówi się o tych biologicznych. Rok wcześniej nie wspominałbym o nich i nie komentował, ale dzisiaj, po ponad roku walki z koronawirusem COVID-19, wiemy, że **zdarzenia biologiczne** też należy poważnie brać pod uwagę we współczesnym świecie. Mimo że poziom medycyny i badań w zakresie nauk medycznych i biologicznych nigdy nie był tak wysoki jak obecnie, to jednak zdarzają się takie pandemie jak obecna, która poważnie dotknęła praktycznie całą ludzkość i poważnie ogranicza nasze funkcjonowanie.

Katastrofy geofizyczne są związane głównie z trzęsieniami ziemi, erupcjami wulkanów i osuwiskami łądów – ale głównie suchymi.

Następnie **zjawiska meteorologiczne** – to głównie opady i silny wiatr, czyli tzw. sztormy.

Zjawiska hydrologiczne to powódzie – głównie rzeczne czy też tzw. szybkie powódzie, które są szczególnie niebezpieczne w miastach, oraz wezbrania sztormowe. Ze zjawisk hydrologicznych natury niebezpiecznej (rangi katastrof) uchodzą osuwiska wilgotne. Mają miejsce wtedy, kiedy z powodu opadu osunie się masyw górski czy skarpa – takich zdarzeń doświadczamy i u nas w Polsce. Na południu naszego kraju dzieją się samoczynnie. Z kolei w Trójmieście kilka razy zdarzyło się takie zjawisko

FOT. DOMENA PUBLICZNA/SC NATIONAL GUARD



Skutki huraganu Harvey, Port Arthur w Teksasie, 31 sierpnia 2017 r.

pod wpływem kilkunastu dni opadów, ale osuwiska bywały też efektem przekształcenia terenu i niewłaściwie wykonanych prac inżynierskich. W 2016 r. w Gdyni-Małym Kacku osunęła się skarpa i wręcz „weszła” do mieszkań na parterze.

Zjawiska klimatologiczne natury ekstremalnej i katastrofalnej to ekstremalne temperatury, tzw. fale ciepła, fale chłodu, ekstremalne zimy, ale zarówno zimy gorące, jak i ekstremalnie chłodne.

Susze i naturalne dzikie pożary występują pod wpływem wysokiej temperatury – pożar lasu (w całej Europie), pożar użytków rolniczych i sadów (na południu Europy), pożar buszu (obszar równinowy i około-zwrotnikowy – np. Australia w zeszłym roku zmagająca się z olbrzymimi pożarami wywołanymi wysokimi temperaturami i suszą).

Liczba i częstotliwość zjawisk ekstremalnych natury, katastrof naturalnych wzrastają na świecie. Studiując dane zebrane w Międzynarodowej Bazie Katastrof, można zobaczyć, jak liczba takich zjawisk zmieniła się z roku na rok. Baza ta obejmuje głównie dane od początku XX w. Z wcześniejszego okresu znamy te elementy wyrywkowo z kronik i prasy, mamy też rejestry firm żegludowych, które mówią m.in. o utracie jednostek. Mamy też mnóstwo różnego rodzaju rejestrów mówiących nam o zjawiskach ekstremalnych mających charakter katastrofy, które spowodowały stratę mienia czy utratę życia. Z analizy bazy dostępnej w Belgii wyraźnie wynika, że w XX w. liczba katastrof systematycznie wzrastała. To przypomina tzw. krzywą hokejową, czyli niewiele tych katastrof występowało w pierwszej połowie XX w., w drugiej połowie ich liczba gwałtownie rośnie – ustakowała się na początku drugiej dekady XXI w., a nawet nieco się zmniejszyła. Niemniej porównując obecne dane z tymi z początku XX w., widzimy istotny wzrost liczby takich zdarzeń.

Oczywiście tego typu informacje zawarte w takiej bazie zawierają pewną liczbę tzw. ciemnych informacji. To informacje o katastro-



Pustynniejąca wioska Telly w Mali, 12 czerwca 2008 r.

fach zebrane przed momentem, kiedy komunikacja lotnicza stała się powszechna, kiedy telekomunikacja stała się powszechnie dostępna, a satelity zaczęły monitorować Ziemię. Informacje o zjawiskach ekstremalnych i katastrofach z tamtego czasu są w pewnym sensie ograniczone, nie zawierają informacji o pewnej liczbie nieznanach nam przypadków, bowiem wtedy trzeba było dotrzeć do miejsca zdarzenia, stwierdzić, że tu wystąpiło jakieś zdarzenie, które wiązano z katastrofą, i je udokumentować. Jeśli nikt na miejsce zdarzenia nie dotarł, to z czasem w środowisku zatarta się informacja o nim. Oczywiście jeśli specjaliści zaczną np. kopać w takim miejscu, to jest możliwe, że zobaczą zapis tego typu zdarzeń w osadach.

Po latach dowodem katastrofy mogą też być szkielety po budowach (jeśli przetrwały), ale w wielu regionach świata, w których występują groźne zjawiska pogodowe i katastrofy natury naturalnej, konstrukcje architektoniczne są niezwykle lekkie i bardzo łatwo ulegają zniszczeniu. Często kataklizm całkowicie je niszczy i nie pozostaje po nich żaden ślad.

Z licznych raportów o występowaniu określonych katastrof naturalnych wynika, że od początku XX w. mamy więcej lawin i osunięć łądu. Mamy więcej doniesień o suszach i trzęsieniach ziemi. Mamy też więcej informacji, które by wskazywały, że również epidemie są dzisiaj częstsze. Dzisiaj dużo łatwiej jest przerosić patogen, ponieważ łatwiejsza jest komunikacja, prostsza wymiana towarów i ludzi. Dzisiaj przywożone towary nie czekają ileś czasu w kwarantannie właśnie po to, żeby wyeliminować możliwość przeniesienia jakiegoś patogenu, tylko natychmiast trafiają na rynek, co wynika z potrzeby odbiorcy – głównie dotyczy to żywności i towarów o krótkim okresie przydatności do użytkowania. Wynika to z norm sanitarnych narzucanych na producenta, na którego przerzuca się pewne obowiązki, ale jak widać – nie eliminuje to rozprzestrzeniania epidemii. Warto przypomnieć, że słowo „kwarantanna” pochodzi od włoskiej liczby 40. Właśnie tyle dni musiały w XIV w. stać na redzie statki przybijające do portów państw-miast Italii. Dopiero po 40 dniach można było bezpiecznie wyładować towar i wpuścić żeglarzy do miasta. W dzisiejszych czasach, w których żyjemy pod nieustanną presją czasu, takie opóźnienie dostaw towarów i przemieszczania się ludzi w ogóle nie wchodzi w grę.

Obecnie mamy też znacznie więcej przypadków gwałtownych, intensywnych opadów deszczu, niezwykle rozległych powodzi i innych tzw. ekstremalnych zjawisk klimatycznych. Te zjawiska ekstremalne niosą ze sobą straty zarówno w przypadku szkody w mieniu, jak i utraty życia ludzi na obszarach, na których wystąpiły, i te straty są bardzo istotne, o czym świadczą dane z 2014 roku, z raportu Światowej Organizacji

Meteorologicznej o katastrofach naturalnych i ich skutkach od połowy XX w. Wśród tych zdarzeń naturalnych, które spowodowały największą liczbę ofiar śmiertelnych, był przede wszystkim **cyklon tropikalny Bhola**, który wystąpił w 1970 r. w Bangladeszu – jego skutkiem było 300 000 ofiar śmiertelnych. Kilkanaście lat później **susza w Etiopii** w 1983 r. pociągnęła za sobą ofiary w tej samej liczbie. Podczas suszy w Sudanie w 1980 r. zmarło 150 000 osób. Później był **cyklon tropikalny Gorky w Bangladeszu** – prawie 140 000 ofiar, tyle samo pochłonął **cyklon Nargis w okolicach Myanmaru** w 2008 r.

Mieliśmy też m.in. dwie susze w Afryce – w 1975 r. i w 1983 r. To były **susze w Etiopii i w Mozambiku**, każda przyniosła po 100 000 ofiar. **Powódź w Wenezueli** w 1999 r. – zginęło 30 000 osób, **powódź w 1974 r. w Bangladeszu** – prawie 29 000 osób.

Ekstremalnie wysokie temperatury – w 2003 r. tylko w samych Włoszech pochłonęły 20 000 ofiar, a w całej Europie Zachodniej 35 000 osób. To znacznie więcej ofiar, niż spowodował na przykład huragan Katrina w 2005 r. (1800 ofiar). **Huragany za to spowodowały olbrzymie straty.**

10 najbardziej kosztownych – z punktu widzenia strat finansowych – zdarzeń ekstremalnych:

- huragan Katrina w 2005 r. w USA – 142 mld USD strat
- huragan Andrew w 1992 r. w USA – 42 mld USD
- powódź w Chinach w 1998 r. – 41 mld USD
- huragan Ike w 2008 r. w USA – 31 mld USD
- wielka powódź w Korei Północnej w 1995 r. – 22 mld USD
- ekstremalne temperatury w Chinach w 2008 r. – 22 mld USD
- huragan Ivan w 2004 r. w USA – 21 mld USD
- susza w Chinach w 1994 r. – 20,5 mld USD
- huragan Charley w 2004 r. – 19 mld USD
- powódź nad Missisipi w USA w 1993 r. – 18 mld USD

Ponieważ powyższe dane podajemy za raportem Światowej Organizacji Meteorologicznej z 2014 r., siłą rzeczy nie uwzględniamy one występujących chociażby w 2017 r. **huraganów Harvey** (straty większe niż 150 mld USD) i **Irma** (straty większe niż 62 mld USD), które wyrządziły olbrzymie straty materialne.

Jak widzimy, straty materialne i straty w zasobach ludzkich są olbrzymie. Najwyższe straty materialne dotyczą krajów wysoko rozwiniętych, natomiast straty w ludziach najwyższe są w krajach niezwykle biednych.

NOTOWAŁA: J.B.

W kolejnych numerach „Pomorskiego Inżyniera” szczegółowo omówimy poszczególne zjawiska ekstremalne.