

Geozagrożenia w Polsce

Czy w Polsce jest bezpiecznie od nagłych i niszczycielskich procesów geologicznych? Geozagrożenia stanowią nie lada wyzwanie dla zarządzania kryzysowego, planowania przestrzennego oraz ochrony środowiska. Świadomość ich występowania i potencjalnych konsekwencji jest kluczowa dla minimalizowania strat oraz zapewnienia bezpieczeństwa ludziom i środowisku.

Szymon Świątek

doktorant z zakresu nauk o Ziemi i środowisku UAM, Poznań

Geozagrożenia to zjawiska i procesy naturalne lub antropogeniczne zachodzące w litosferze, atmosferze, hydrosferze lub biosferze, które mogą stanowić zagrożenie dla życia ludzi, ich mienia, a także dla środowiska naturalnego.

Występowanie geozagrożeń jest wynikiem zarówno naturalnych procesów geologicznych, takich jak ruchy tektoniczne czy erozja, jak i działalności człowieka, np. eksploatacji surowców mineralnych lub ingerencji w krajobraz. Stąd też można je podzielić na dwie kategorie: naturalne i antropogeniczne.

Geozagrożenia klasyfikuje się także na podstawie ich charakteru oraz zasięgu oddziaływania. Procesy te mogą być dynamiczne, czyli nagłe i gwałtowne, takie jak osuwiska, powodzie czy wstrząsy sejsmiczne, lub długotrwałe, obejmujące zmiany zachodzące na przestrzeni lat, np. osiadanie terenu, erozja brzegów rzek i plaż czy zmiany w chemizmie gleb oraz wody. W zależności od skali oddziaływania, w prosty sposób można je podzielić na charakter lokalny (gmina, powiat), jak osuwiska i zapadliska, lub regionalny (powiat, województwo), jak powodzie i susze.

Polska, choć pozornie cechuje się stosunkowo stabilnymi warunkami geologicznymi w porównaniu z innymi regionami świata, jest narażona na szereg geozagrożeń.

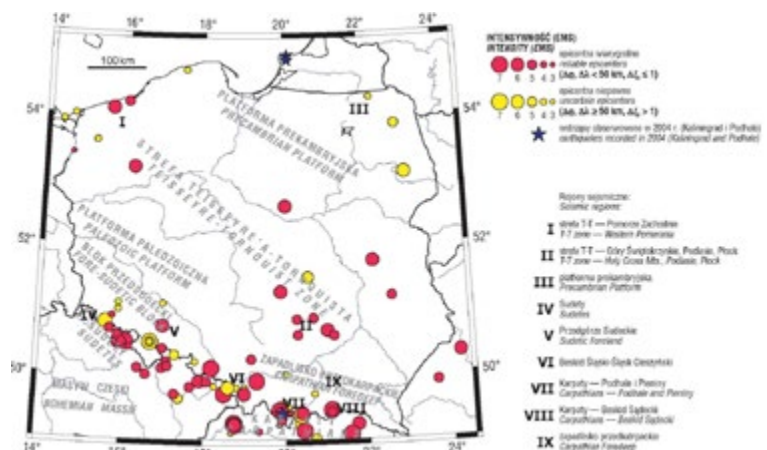
Gdy zadrży ziemia...

Trzęsienia ziemi w Polsce, choć rzadkie, występują zarówno w wyniku naturalnych procesów geotektonicznych, jak i działalności człowieka. Naturalne wstrząsy sejsmiczne są związane z naprężeniami tektonicznymi w południowej części kraju, szczególnie w Karpatach i Sudetach, gdzie młode procesy oro-

genezy alpejskiej oraz uskoki tektoniczne generują niewielkie trzęsienia ziemi występujące rzadko i o małej sile. Z kolei wstrząsy antropogeniczne, znacznie częstsze, wynikają głównie z intensywnej eksploatacji surowców mineralnych w rejonach górniczych, takich jak Górną Śląsk, Legnicko-Głogowski Okręg Miedziowy czy Zagłębie Bełchatowskie. Wstrząsy te, choć zwykle mają mniejszą energię niż te naturalne, mogą być bardziej odczuwalne ze względu na większy stopień zaludnienia.

Do oznaczania „siły” trzęsienia ziemi używamy magnitudy (na podstawie energii wstrząsu), a także skali intensywności (na podstawie zniszczeń i skutków wstrząsu sejsmicznego). Częściej jednak, choć błędnie, można spotkać się ze skalą Richtera, która nie powinna być już stosowana.

Do najsilniejszych trzęsień ziemi w Polsce możemy zakwalifikować trzęsienie na Podhalu w 1786 roku, które osiągnęło



Mapa epicentrow trzęsień ziemi w Polsce od XVI w., źródło: B. Guterch „Przegląd Geologiczny”, tom. 57, nr 6, 2009

magnitudę 4,5-5,6 i było odczuwalne w Tatrach oraz okolicach Nowego Targu. Współcześnie większe wstrząsy górnicze, jak ten w Polkowicach w 2017 roku o magnitudzie 4,7, pokazują dodatkowo, jak eksploatacja zasobów naturalnych może wpływać na sejsmiczność kraju. Wstrząsy te prowadzą nie tylko do uszkodzeń infrastruktury, ale także do deformacji powierzchni ziemi, doprowadzając do ogromnych strat materialnych.

Monitorowanie aktywności sejsmicznej w Polsce prowadzi Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ośrodki naukowo-badawcze oraz lokalne systemy w rejonach górniczych. Dzięki rozwojowi technologii możliwe jest skuteczne prognozowanie wstrząsów za pomocą analiz sejsmografów, a także analizy dynamiki litosfery, co przekłada się na minimalizowanie ich skutków w przyszłości. Wzrost świadomości społecznej oraz wprowadzanie odpowiednich rozwiązań technicznych (np. odporność budynków na naprężenia) pozwalają ograniczać ryzyko i zapewniać bezpieczeństwo mieszkańcom, zwłaszcza w obszarach najbardziej na to narażonych.

Woda – źródło życia i kłopotów

Powodzie należą do najczęstszych i najbardziej niszczycielskich zagrożeń w Polsce, wynikających zarówno z warunków klimatycznych, jak i hydrologicznych kraju. Główne przyczyny powodzi to intensywne opady deszczu (zwłaszcza latem i jesienią), gwałtowne topnienie śniegu oraz spiętrzenie wód w rzekach spowodowane zatorami lodowymi (głównie od lutego do kwietnia). Najbardziej zagrożonym obszarem na występowanie powodzi są doliny największych rzek, takich jak Wisła, Odra oraz ich dopływy, zwłaszcza podczas nawalnych deszczy lub wiosennych roztopów.

Szczególnie dotkliwie były powodzie w 1997 roku, kiedy „powódź tysiąclecia” dotknęła południowo-zachodnią Polskę, powodując ogromne konsekwencje zdrowotne, materialne i społeczne. Podobna skala zniszczeń miała miejsce podczas powodzi w maju 2010 r., a także niedawno – we wrześniu 2024 r. Równie niebezpieczne są powodzie miejskie (tzw. powodzie błyskawiczne), które powstają w wyniku niewydolności systemów odprowadzających wodę podczas intensywnych opadów, zwłaszcza w gęsto zabudowanych asfaltowo-betonowych obszarach. Powodzie wpływają na zniszczenie

infrastruktury, domów, upraw rolnych oraz prowadzą do skażenia wód i gleby. Mogą też bezpośrednio zagrozić życiu i zdrowiu ludzi.

Zarządzanie ryzykiem powodziowym w Polsce opiera się na budowie zbiorników retencyjnych, wałów przeciwpowodziowych oraz systemów wczesnego ostrzegania.

Powódź wynika z niekontrolowanego nadmiaru ilości wody na danym terenie, a z kolei jej niedobór jest związany z występowaniem zjawiska suszy. Susze są drugim skrajnym geozagrożeniem hydrologicznym, które w ostatnich dekadach nasila się w wyniku zmian klimatu.

W Polsce najczęściej występują susze atmosferyczne (niedobór opadów), rolnicze (brak wody w glebie) oraz hydrologiczne i hydrogeologiczne (obniżenie poziomu wód powierzchniowych i gruntowych). Szczególnie dotyczą one centralnej części kraju, choć w ostatnich latach występują na prawie każdym obszarze Polski, gdzie niedobory opadów w sezonie wegetacyjnym powodują utratę plonów i problemy z zaopatrzeniem w wodę. W ostatnich latach w Polsce występują one prawie corocznie, a największe miały miejsce w 2019 i 2020 roku.

Skutki suszy są odczuwalne nie tylko w rolnictwie, ale także w gospodarce wodnej, oraz ekosystemach. Wysychające rzeki i jeziora wpływają na degradację środowiska, a niedobory wody zwiększają przede wszystkim koszty utrzymania produkcji rolnej i przemysłowej. Walka z suszą w Polsce koncentruje się na rozwoju systemów nawadniających, tworzeniu małej retencji wodnej oraz poprawie efektywności gospodarowania wodą w rolnictwie i przemyśle.

Siła wiatru

Polska, mimo położenia w strefie umiarkowanego klimatu przejściowego, doświadcza coraz częściej ekstremalnych zjawisk atmosferycznych. Zjawiska takie jak trąby powietrzne, tornada, ekstremalne burze czy nawalne opady stają się poważnym wyzwaniem dla otaczającej nas rzeczywistości. Chociaż tego rodzaju wydarzenia nie są w Polsce tak częste jak w rejonach tropikalnych czy na obszarze alei tornad w Stanach Zjednoczonych, ich występowanie i intensywność w ostatnich latach wzrosły, a straty czasami sięgają podobnej skali.

Trąby powietrzne to wirujące kolumny powietrza połączone z chmurą burzową, które stykają się z powierzchnią ziemi. W Polsce pojawiają się głównie w miesiącach letnich, w wyniku gwałtownych burz atmosferycznych. Najbardziej narażone na ich występowanie są obszary zachodniej, północnej i centralnej Polski. Przykładem niszczycielskiego zdarzenia jest trąba powietrzna z 2012 roku, która przeszła przez województwo pomorskie, powodując zniszczenia lasów w Borach Tucholskich, uszkodzenia budynków oraz straty materialne na ogromną skalę.

Chociaż w Polsce tornada zazwyczaj osiągają siłę od EF0 do EF2 w skali Fujity (umiarkowana do silnej), zdarzają się także przypadki bardziej intensywnych zdarzeń. W 2008 roku trąba powietrzna w okolicach Częstochowy osiągnęła siłę EF3, niszcząc wiele domów i wyrwijąc drzewa z korzeniami. Również te w województwie pomorskim miały podobną siłę. W miarę ocieplania się klimatu rośnie prawdopodobieństwo ich częstszego występowania, co czyni je istotnym zagrożeniem.

Monitorowanie trąb powietrznych w Polsce opiera się na zaawansowanych systemach meteorologicznych, które wykorzystują dane z radarów pogodowych, satelitów oraz sieci stacji pomiarowych. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW) odgrywa kluczową rolę w przewidywaniu warunków



Mapa przedstawiająca obszary narażone na niebezpieczeństwo powodzi w 2011 r., źródło: powodz.gov.pl



Skutki przejścia trąby powietrznej w sierpniu 2008 r. przez wieś Kalina w województwie śląskim, źródło: Wikipedia

sprzyjających ich powstawaniu, wydając ostrzeżenia meteorologiczne w ramach systemu RCB (Rządowego Centrum Bezpieczeństwa).

Dzięki modelom numerycznym i analizie danych możliwe jest prognozowanie sprzyjających burzom układów ciśnień, które mogą generować trąby powietrzne. Kluczowe znaczenie ma również rozwój infrastruktury odpornej na ekstremalne warunki pogodowe oraz wdrażanie systemów wczesnego ostrzegania, które pozwalają na szybkie informowanie mieszkańców o zbliżającym się zagrożeniu. Choć nie można zapobiec samemu zjawisku, skuteczne monitorowanie i odpowiednie przygotowanie mogą znacząco zmniejszyć ryzyko strat materialnych i życia ludzi.

Spelzająca gleba

Osuwiska to jedno z najpoważniejszych geozagrożeń terenów górskich i podgórskich w Polsce. Polegają one na gwałtownym przemieszczaniu się mas ziemnych lub skalnych po stoku pod wpływem siły grawitacji – stąd też ich inna nazwa grawitacyjnych ruchów masowych. Proces ten jest wynikiem złożonych interakcji między budową geologiczną, właściwościami gruntu oraz czynnikami zewnętrznymi, takimi jak intensywne opady deszczu, wietrzenie skał czy działalność człowieka.

Największym impulsem do powstawania osuwisk są intensywne opady deszczu, które zwiększają wilgotność gruntu i obniżają jego wytrzymałość. Również wstrząsy sejsmiczne, zarówno naturalne, jak i antropogeniczne, mogą inicjować proces osuwania mas ziemnych. Jednymi z głośniejszych przy-



Osuwisko w Karpatach

padków w Polsce były osuwiska w 1997 oraz w 2010 r. (związane z obecnymi wtedy intensywnymi opadami deszczu i powodziami), które spowodowało poważne zniszczenia infrastrukturalne. Osuwiska nie tylko zagrażają bezpieczeństwu ludzi, ale także powodują degradację środowiska, niszcząc lasy, zmieniając biegi rzek oraz naruszając lokalne ekosystemy.

W Polsce osuwiska występują najczęściej w Karpatach i Sudetach, gdzie układ warstw skalnych oraz duże nachylenie terenu sprzyjają destabilizacji zboczy. Szczególnie narażone są tereny Beskidów i Pienin.

Wygasłe giganty

Choć dziś w Polsce nie obserwujemy aktywnych wulkanów, historia geologiczna naszego kraju s krywa ślady ich potężnej działalności sprzed milionów lat. Najbardziej znane pozostałości wulkanów znajdują się w Sudetach i na Przedgórzu Sudeckim, gdzie działalność wulkaniczna była intensywna w okresie neogenu i paleogenu, czyli około 20-30 milionów lat temu. Wulkany te, choć od dawna wygasłe, nadal budzą zainteresowanie lokalnych mieszkańców i turystów, którzy mogą podziwiać ich malownicze pozostałości, takie jak bazaltowe stożki czy wulkaniczne kominy.

Jednym z najlepiej zachowanych śladów działalności wulkanicznej jest góra Ślęza, wznosząca się na Przedgórzu Sudeckim. Choć nie jest to stożek wulkaniczny, jej bazaltowe skały są bezpośrednim świadectwem dawnej erupcji wulkanicznej. W Sudetach Zachodnich warto wymienić również Wilczą Górę oraz Czartowską Skałę, które stanowią



Ślęza (718 m n.p.m.) na Przedgórzu Sudeckim – jeden ze śladów działalności wulkanicznej w Polsce, źródło: Wikipedia

pozostałości wulkanicznych kominów z okresu neogenu. Warto wspomnieć również o Górach Kaczawskich, często nazywanych Krainą Wygasłych Wulkanów, gdzie znajduje się wiele struktur wulkanicznych, takich jak Ostrzyca – bazaltowy stożek będący pozostałością dawnego wulkanu. Obszar ten od 2024 r. znalazł się na liście Światowych Geoparków UNESCO.

Rozpuszczalne skały

Procesy krasowe to zjawiska geologiczne związane z rozpuszczaniem skał przez wodę, bogatą w dwutlenek węgla. Najczęściej dotyczą skał wapiennych i dolomitów, ale także gipsów i soli kamiennej. W wyniku tych procesów powstają różnorodne formy krasowe, zarówno na powierzchni (występuje wtedy kras powierzchniowy), jak i na głębokości (kras podziemny). Polska, dzięki swojej zróżnicowanej budowie geologicznej, jest miejscem występowania licznych i różnorodnych form krasowych, które stanowią nie tylko atrakcję turystyczną, ale i przedmiot wielu badań naukowych.

Najbardziej znanym regionem krasowym w Polsce jest Wyżyna Krakowsko-Częstochowska, nazywana często też Jurą Krakowsko-Częstochowską (od okresu geologicznego, w którym powstały występujące tam skały). To tutaj znajdują się liczne jaskinie, takie jak Jaskinia Łokietka, jaskinia Raj czy Jaskinia Wierchowska Górna. Charakterystycznym elementem krajobrazu są również ostańce wapienne, doliny krasowe i leje zapadliskowe.

Innym obszarem bogatym w zjawiska krasowe są Pieniny, gdzie formacje wapienne tworzą spektakularne formy, takie jak słynny przełom Dunajca. Procesy krasowe zachodzą również w regionie Niewieży Nidziańskiej, a występujące tam zjawiska związane są z rozpuszczaniem gipsów. Efektem tego są unikalne w skali kraju krasowe formy gipsowe, w tym m.in. jaskinie. W Polsce kras rozwija się także w regionach z pokładami soli kamiennej, takich jak Kłodawa czy okolice Bochni, gdzie procesy krasowe mają miejsce w związku z eksploatacją złóż solnych.

Pomimo kształtowania krajobrazu w unikalne formy geomorfologiczno-geologiczne, w regionach krasowych występuje jednak także zagrożenie zapadliskami, które mogą być niebezpieczne dla infrastruktury i ludzi. Procesy te są także istotne z hydrologicznego punktu widzenia, ponieważ woda krasowa stanowi ważne źródło wody pitnej, ale jest ona trudna do ochrony przed zanieczyszczeniem.

Człowiek a geozagrożenia

Geozagrożenia indukowane antropogenicznie to zjawiska geologiczne wywołane działalnością człowieka, które zakłócają równowagę w środowisku geologicznym. W Polsce, gdzie intensywnie eksploatuje się surowce mineralne, rozwija urbanizację i infrastrukturę, zagrożenia tego typu występują szczególnie często i mają znaczący wpływ na środowisko, gospodarkę oraz bezpieczeństwo ludzi.

Geozagrożenia indukowane antropogenicznie w Polsce, takie jak szkody górnicze, osuwiska, osiadanie terenu i zanieczyszczenie środowiska, są poważnym problemem w regionach intensywnej działalności człowieka. Wydobywanie węgla, rud metali czy soli powoduje deformacje terenu, zapadliska oraz pęknięcia budynków. Podobnie działalność budowlana i zmiany w gospodarce wodnej zwiększają ryzyko osuwisk, szczególnie w górskich regionach Karpat i Sudetów, destabilizując stoki i zagrażając infrastrukturze.



Skały Kawalerskie w Dolinie Prądnika – formy krasowe na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej

Eksploatacja surowców, jak węgla brunatnego w Bełchatowie, prowadzi do osiadania gruntu, obniżania poziomu wód gruntowych i degradacji ekosystemów wodnych, co negatywnie wpływa na środowisko. Dodatkowo przemysłowa działalność człowieka powoduje skażenie gleb i wód, jak kwaśne wody kopalniane, które niosą metale ciężkie, zagrażając zdrowiu ludzi i równowadze przyrodniczej. Zarządzanie tymi zagrożeniami wymaga monitorowania, odpowiednich zabezpieczeń oraz edukacji społecznej, by minimalizować ich skutki i chronić środowisko, a także życie człowieka.

Podsumowanie

Geozagrożenia, zarówno naturalne, jak i indukowane działalnością człowieka, stanowią istotne wyzwanie dla środowiska, gospodarki oraz bezpieczeństwa ludności w Polsce. Choć nasz kraj cechuje się względnie stabilnymi warunkami geologicznymi, występowanie zjawisk takich jak powódź, osuwiska, trzęsienia ziemi czy procesy krasowe pokazuje, że zagrożenia te są realne i mogą mieć poważne konsekwencje. Dochodzą do tego geozagrożenia antropogeniczne, w tym szkody górnicze, zapadliska czy osiadanie terenu, które są efektem intensywnej eksploatacji surowców mineralnych i dynamicznego rozwoju infrastruktury.

W obliczu postępujących zmian klimatycznych, które zwiększają intensywność i częstotliwość niektórych zjawisk, takich jak powódź, susze czy ekstremalne burze, konieczne jest wdrażanie zrównoważonych rozwiązań oraz współpraca na poziomie lokalnym i być może międzynarodowym. Geozagrożenia w Polsce, choć często nieuchronne, mogą być skutecznie zarządzane, jeśli połączymy wiedzę naukową, nowoczesne technologie i odpowiedzialne podejście do ochrony życia i środowiska.