

Czy osuwiska są zagrożeniem dla przestrzeni i życia człowieka - problem lokalny, regionalny i globalny?

Aleksandra Sałek

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Geografii
e-mail: a.salek.941@studms.ug.edu.pl*

Tutor: dr Katarzyna Jereczek - Korzeniewska

*Uniwersytet Gdański, Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Geografii,
Zakład Hydrologii*

Słowa kluczowe: osuwiska, procesy stokowe, ruchy masowe, zjawiska ekstremalne, antropopresja

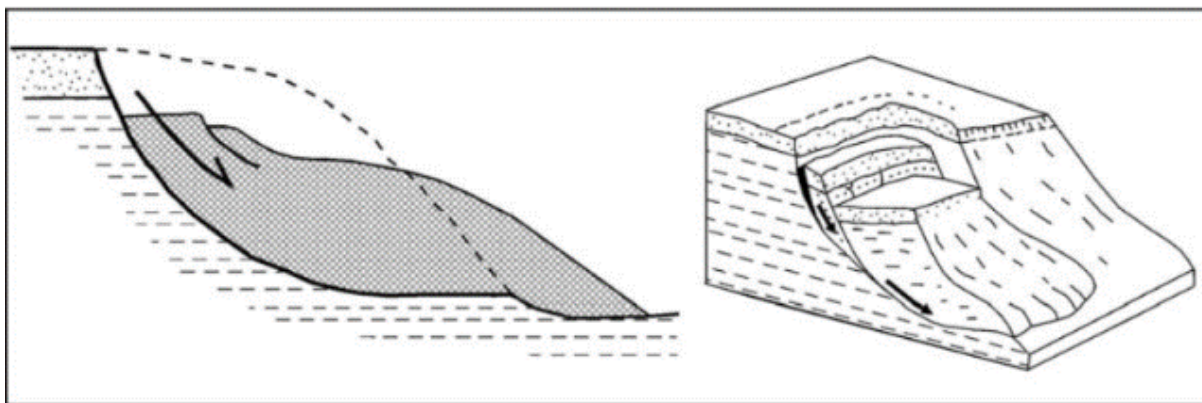
Wprowadzenie

Osuwiska to jedno z najbardziej powszechnych zagrożeń na całym świecie. Ich geneza, lokalizacja oraz częstotliwość występowania są determinowane wieloma czynnikami. W niniejszym artykule scharakteryzowano wybrane osuwiska zarówno w skali lokalnej, jak i regionalnej. Ukazano także globalny wpływ człowieka na rozwój tego typu procesów. Przedstawiając je, opisano genezę zagrożeń związaną z czynnikami naturalnymi, jak również działalnością człowieka. Skupiono się na negatywnym wpływie działalności antropogenicznej. Antropopresja coraz częściej w sposób pośredni oraz bezpośredni przyczynia się do potęgowania tego typu zagrożeń, a tym samym skutkuje zagrożeniem dla zdrowia, życia człowieka oraz jego przestrzeni.

W niniejszej pracy ukazano, iż właśnie czynnik antropogeniczny może powodować pojawianie się procesów osuwiskowych nie tylko w skali lokalnej. Może tym samym przyjmować coraz większy

zasięg i rozpowszechniać się na większe obszary, po skalę regionalną, a ingerencja człowieka może mieć charakter globalny. Przedstawione w tekście przykłady wystąpienia osuwisk pochodzą z różnych części świata. Pierwszą, omówioną katastrofą jest osuwisko w Tarnowie, zlokalizowane w Karpatach. Kolejny przykład obejmuje niewielką miejscowość w północno – wschodniej części Włoch – Longarone, w paśmie górskim - Dolomity. Dwa pozostałe przypadki odnoszą się do obszaru strefy tropikalnej. Należą to kraj leżący w Azji Południowo – Wschodniej. Jest to strefa występowania cyrkulacji monsunowej. Miasto Rio de Janeiro i jego okolice także są regionem występowania ekstremalnych zjawisk osuwiskowych. Wymienione wyżej przypadki obrazują wielkość katastrofalnych wydarzeń w skali lokalnej i regionalnej. Nieprzemysłane zachowania i działania społeczeństw na całym świecie coraz częściej przyczyniają się do uruchamiania ruchów masowych.

Zasadna zdaje się być reakcja krajów na takie zagrożenia. Jest ona niezbędna i wymaga opracowania systemów zapobiegających osuwiskom i naprawiających szkody, jakie za sobą niosą.



Ryc.1. Przekrój osuwiska i jego fazy rozwoju [1]

Czym są osuwiska?

Jednym z powierzchniowych ruchów masowych są osuwiska. Najprościej są definiowane jako przemieszczenia i deformacje struktury gruntu poprzez siłę ciężkości, wzdłuż powierzchni poślizgu (Mizerski i Graniczny, 2017) (Ryc. 1).

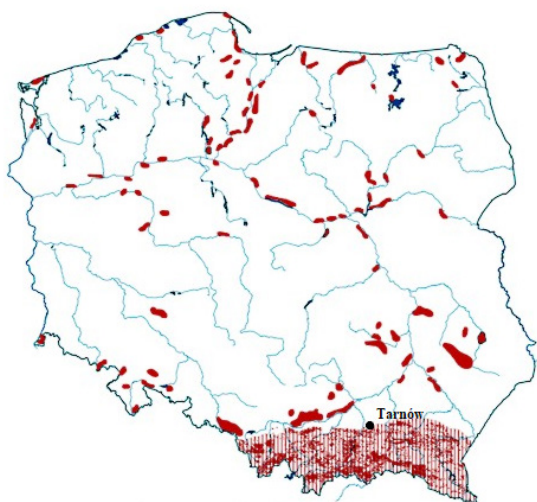
Czynnikami naturalnymi, powodującymi występowanie osuwisk, są: trzęsienia ziemi i wybuchy wulkanów, budowa geologiczna czy charakter rzeźby (znaczne deniwelacje, naprzemienny układ warstw osadów podatnych na osunięcia), warunki hydrologiczne oraz meteorologiczne (opady atmosferyczne, podcięcia skarp przez rzeki) (Cała 2009, Mizerski i Graniczny, 2017). Czynniki antropogeniczne są zarówno bezpośrednią, jak i pośrednią przyczyną tego typu zagrożeń. Prace budowlane, podcinanie stoków przez budowę dróg i nie tylko, obciążanie stoków, niszczenie roślinności (karczowanie, wypalanie), zmiany stosunków wodnych to niektóre z nich (Bardel, 2012).

Osuwisko w skali lokalnej obejmuje stosunkowo niewielki obszar. Przykładem może być osunięcie gruntu w sąsiedztwie wyrobiska eksploatacyjnego. Region Karpat w Polsce, gdzie występuje ponad 90% [2] wszystkich osuwisk jest przykładem skali regionalnej (Ryc. 2). Globalny wpływ człowieka na rozwój tego typu zjawisk obejmuje natomiast całą powierzchnię Ziemi.

Osuwisko w Tarnowie

Na terenie byłej kopalni odkrywkowej iłó w Tarnowie powstało głębokie wyrobisko, w którym przeprowadzono rekultywację wodną. Kopalnię zamknięto w 1980 roku. Jeden ze stoków został przykryty pozostałościami z tego wyrobiska. Po wielu latach rozpoczęto budowę osiedla mieszkaniowego i ponownie nasypało w tym miejscu kolejny materiał skalny. W 2006 roku wystąpiły intensywne opady atmosferyczne oraz wiosenne roztopy. W tym samym roku osuwisko uaktywniło się. Można twierdzić, iż opady atmosferyczne były właśnie głównym czynnikiem uaktywniającym. Plastyczne podłoże iltaste zostało nasycone wodą. Badania podłoża, jego struktury i wytrzymałości wykazały jednak, iż punktem zwrotnym było przeciążenie gruntu przez nasypy z budowy bloków (Bardel, 2012).

Powyższy opis jest przykładem na nieodpowiedzialne i bezmyślne postępowanie inżynierów. Od zakończenia eksploatacji iłó zmieniały się warunki hydrologiczne i meteorologiczne bezpośredniego otoczenia. Pomimo tego, zbocze zachowało stabilność, aż do momentu ponownych obciążeń gruntu. W tym przypadku intensywne opady deszczu i roztopy przyczyniły się do aktywacji osunięcia warstw skalnych. Przyjmuje się (Bardel, 2012), iż jednak większy wpływ miała działalność człowieka. Wydarzenie miało miejsce w pobliżu zabudowy mieszkalnej. Ingerencja człowieka w stosunki



Ryc.2. Rozmieszczenie obszarów zagrożonych ruchami masowymi ziemi w Polsce. Opracowanie wg wyników rejestracji z lat 1968–1970 dla Polski pozakarpackiej oraz materiałów Oddziału Karpackiego PIG [2], zmienione

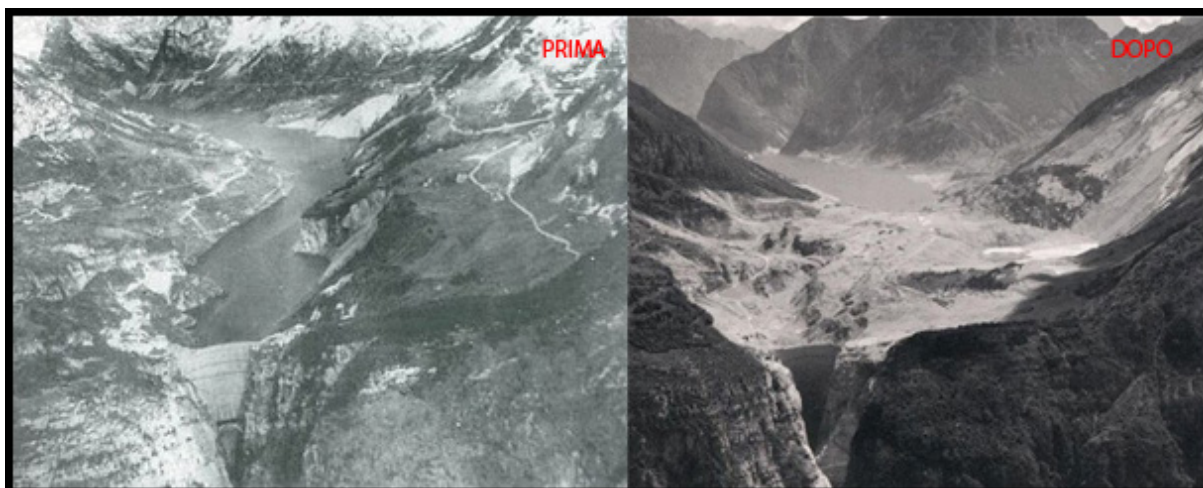
wodne oraz obciążenia gruntu w jej okolicy powinny być jak najmniejsze. Tarnów leżący w regionie Karpat, jest wysoce narażony na wystąpienie osuwisk. Jak widać na mapie, obszar ten jest w szczególności monitorowany (Ryc. 2). Pod względem zagrożenia ruchami masowymi istnieje wyraźna przewaga obszaru południowej Polski, w porównaniu z resztą kraju. Wynika to ze znacznych deniwelacji terenu oraz naprzemiennie ułożonych warstw łupkowo - piaskowcowych o wysokiej plastyczności - tzw. flisz karpacki (Gaszyńska-Freiwald, 2012). Czynnikiem potęgującym zjawisko ruchów masowych są dodatkowo: podcinanie stoków, zabudowywanie ich czy budowa dróg przecinających osuwiska nieaktywne (Gaszyńska-Freiwald, 2012).

W Polsce systemem mającym na celu zmniejszanie ryzyka osuwiskowego jest SOPO (System Osłony Przeciwosuwiskowej). Za pomocą monitorowania oraz inwentaryzacji osuwisk, sporządzane są dokumenty, które pomagają lepiej zarządzać infrastrukturą kraju. Powstają mapy w skali 1:10000, przedstawiające wszyst-

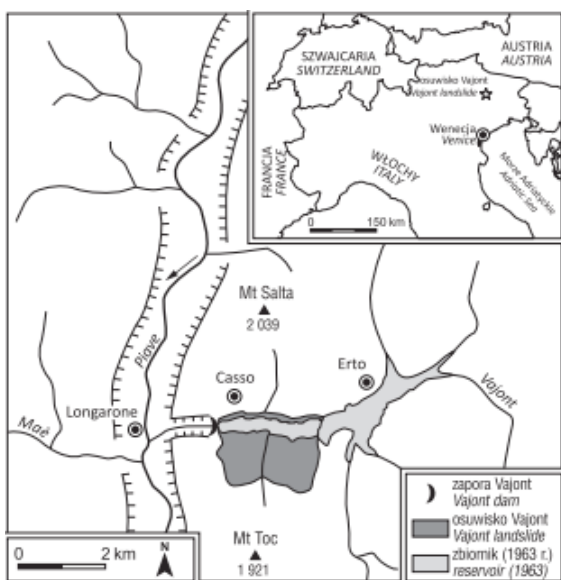
kie osuwiska, a także tereny zagrożone ruchami masowymi. Głównym zadaniem projektu jest łagodzenie szkód po wystąpieniu zjawisk tego typu, poprzez ograniczanie budownictwa mieszkaniowego i drogowego na obszarze aktywnym, okresowo aktywnym, a także nieaktywnym osuwiskowo. Osuwiska nieaktywne to miejsca, na których w przeciągu ostatnich 50-ciu lat nie udokumentowano pojawienia się ruchów masowych [2]. Błędny jest jednak przekonanie, że podobne zjawisko nie będzie mieć miejsca w tym samym obszarze. Miejsca nieaktywne osuwiskowo także należy kontrolować i zabezpieczyć tak, aby uniknąć ich ponownemu powstawaniu. Od 2010 roku na terenie Tarnowa jest prowadzony monitoring zarówno powierzchniowy, jak i wgłębny [2].

Osuwisko Vajont (Włochy)

W 1957 roku zdecydowano o wybudowaniu zapory zamykającej dolinę, u wylotu dopływu do rzeki Piave (Ryc. 3). Teren jest położony na wapieniach, iłach i marglach oraz osadach pochodzących z poprzednich osunięć (Różycka i in., 2017). Badania eksperckie wykazały, że południowy stok góry Monte Toc (1921 m n.p.m.), która znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie doliny Vajont, nie jest stabilny (Różycka i in., 2017). Pomimo ostrzeżeń geologów prace budowlane rozpoczęto i zaczęto napełniać zbiornik wodą. Grunt stawał się coraz bardziej niestabilny, pojawiło się pęknięcie na stoku góry. Po kilku latach doszło do osunięcia części materiału skalnego. Poziom wody w zbiorniku zaczęto obniżać oraz wybudowano kanał odprowadzający część wody, na wypadek wystąpienia kolejnych osunięć. Niewielkie osunięcia gruntu można było dostrzec na zboczach góry Monte Toc, jak i na obszarach sąsiednich. Nie przeszkodziło to jednak w dalszej ingerencji człowieka w stosunki wodne tego obszaru. Po sześciu latach



Ryc.3. Dolina Vajont przed i po wystąpieniu osuwiska [5]



Ryc.4. Szkic sytuacyjny okolic osuwiska Vajont (Różycka i in., 2017)

od rozpoczęcia budowy nastąpiła ogromna katastrofa. Osuwisko ze zbocza Monte Toc wypełniło zbiornik, a woda przelała się przez zaporę (Ryc. 4). Pobliskie tereny, w tym wioska Longarone, zostały dotknięte powodzią. Materiał zawieszony oraz skalny był niesiony z prędkością 70–100 km/h (Różycka i in., 2017). Podczas tej tragedii zginęło ponad 2 tys. osób (Mizerski i Graniczny, 2017).

Zdaniem Różyckiej i in. (2017), uwzględniając tak dogodne warunki do wystąpienia ruchów masowych, budowa

najwyższej wówczas inwestycji na świecie (261,5 m) była niezwykle ryzykowna oraz bezmyślna. Skalę zagrożenia nasiliły regulacje poziomu wód w zbiorniku. Po wystąpieniu katastrofy budowla przetrwała i nie uległa żadnym deformacjom, natomiast nie funkcjonuje po dziś dzień.

Osuwiska w Malezji

Półwysep Malajski leży w obszarze klimatów tropikalnych, monsunowych. Dla tego regionu charakterystyczne są wysokie opady atmosferyczne. Średnia roczna suma opadów na stacji reprezentatywnej w Singapurze wynosi ponad 2 000 mm [3]. W połączeniu z wysokimi temperaturami powietrza stwarza to idealne warunki do degradacji przypowierzchniowej warstwy gleby (Rahman i Mapjabil, 2017).

Osuwiska, obok powodzi, to jedne z najbardziej katastrofalnych zagrożeń, które nawiedzają ten region świata. Szczególnie uaktywniają się po intensywnych, nawalnych opadach atmosferycznych. Dominuje tu płaska powierzchnia terenu. Góry i wzgórza zajmują niemal 25% całkowitej powierzchni tego państwa (Rahman i Mapjabil, 2017). W związku z coraz większym rozwojem cywilizacyjnym, stale następuje rozwój infrastruktury technicznej. Zabudowywane są tereny wyżej położone, a także usypywane

są sztuczne zbocza (Dorairaj i Osman, 2021). Ok. 88% występujących osuwisk w Malezji ma miejsce na zboczach usypanych przez człowieka. główną tego przyczyną jest nieodpowiednio przeprowadzony drenaż stoków (Abd Majid i in., 2020). Przykładem jednej z największych tragedii był upadek apartamentowca Highland Towers w Kuala Lumpur, w 1993 roku. W wyniku tragedii śmierć poniosło 48 osób (Kazmi i in., 2017). Przyczyną była nie tylko intensywne ulewa trwająca kilka dni, ale przede wszystkim nieprawidłowa ocena nośności gruntu i lokalizacja wieżowca na zboczu wzgórza. Co więcej, budowa wiązała się z wycinką drzew, która znacznie poddała glebę erozji i zmieniła układ stosunków wodnych.

Biorąc pod uwagę ilość osuwisk, jakie są spowodowane ingerencją człowieka w Malezji, najrozsądniejszym byłoby ograniczenie rozwoju infrastruktury technicznej i mieszkalnej na zboczach. Aktualnie wdrażany jest system wczesnego ostrzegania w wypadku zagrożenia osuwiskiem. Wprowadzono go już w kilku stanach Malezji (Abdullah, 2013).

Osuwiska Brazylii

Podobnym regionem, w kontekście wystąpienia zjawisk ekstremalnych, jest obszar południowo - wschodniej Brazylii. Z powodu coraz intensywniejszego wkraczania ludności na obszary górskie, zjawisko uaktywniania i podcinania stoków również jest częstsze. Ludność mniej zamieszkała, zmuszona jest do osiedlania się w miejscach, które są mniej atrakcyjne dla „klas wyższych” (Smyth i Royle, 2000). Są to zazwyczaj tereny mniej bezpieczne, bardziej strome, najczęściej w górach. Osiedlanie się w tych rejonach jest ryzykowne ze względu na zagrożenie osuwaniem się ziemi. Ruchom masowym w obszarach tropikalnych sprzyjają ponadto warunki klimatyczne. Wysokie roczne sumy opadów atmosferycznych skutkują uruchamianiem mas skalnych.

W dniach 11–12 stycznia w roku 2011, w stanie Rio de Janeiro, na terenach górzystych wystąpiło ponad 3,5 tys. osuwisk (Avelar i in., 2013). Katastrofa w ciągu zaledwie dwóch dni spowodowała śmierć 1,5 tys. osób oraz uszkodziła zabudowę techniczną. Przyczyną były intensywne opady atmosferyczne. Region ten w pewnym stopniu pokrywały lasy, jednak były one w stanie sukcesji wtórnej, czyli ponownej odbudowy do stanu sprzed ich zniszczenia. Rekonstrukcja zniszczonego lasu wiąże się z bardzo płytkim systemem korzeniowym i słabo wykształconymi glebami (Netto i in., 2013). Jest więc bardziej podatna na erozję.

W związku z występującymi wysokimi opadami atmosferycznymi, które przyczyniają się do powstawania osuwisk, na terenie Rio de Janeiro prowadzony jest monitoring. Po katastrofalnych wydarzeniach w 2011 roku wprowadzono system, mający na celu łagodzenie i zapobieganie osuwiskom. Projekt uwzględnia kartowanie obszarów ryzyka. Wykorzystywane są także narzędzia do monitoringu (np. deszczomierze, barometry, drony), a nawet alarmy dźwiękowe. W całym kraju monitoringiem objęto ok. 958 gmin, w odniesieniu do klęsk żywiołowych [4]. Szczegółową kontrolą w tym zakresie zajmują się dwie instytucje: Brazylijski Instytut Geografii i Statystyki oraz Krajowe Centrum Monitorowania i Alarmowania o Katastrofach Naturalnych.

Podsumowanie

Wymienione wyżej przypadki są dowodem nieprzemyślanej ingerencji człowieka w środowisko naturalne. Mimo tego, iż katastrofy osuwiskowe są zjawiskiem naturalnym, człowiek znacznie się do nich przyczynia. Opisane katastrofy są zaliczane do ekstremalnych zjawisk przyrodniczych oddziałujących na szeroko rozumiane środowisko geograficzne. Wynika to z rzeźby terenu, budowy geologicznej, warunków klimatycznych,

bliskiego sąsiedztwa z obszarami aktywnymi sejsmicznie, a przede wszystkim z zagospodarowania terenu przez człowieka. Jeden czynnik może wywołać katastrofę osuwiskową w jednym miejscu, ta z kolei pociągnąć za sobą szereg innych. Istotnym zagrożeniem jest stale rosnąca liczba ludności, co z kolei zmusza społeczeństwo do pozyskiwania nowych terenów. Działalność człowieka zaburza strukturę stoków poprzez ich zabudowywanie.

W związku z tak ekstremalnymi zjawiskami osuwiskowymi, do których przyczynił się człowiek, w wielu państwach na całym świecie wprowadzane są metody wczesnego ostrzegania. Takie systemy mają na celu informowanie społeczeństwa o nadchodzącym zagrożeniu. Dzięki temu można zapobiec wielu - katastrofom. Zintegrowane plany czy systemy wczesno-ostrzegawcze są ważne. Istotniejszym jednak jest stałe uświadamianie społeczeństw na całym świecie o niezwykle ryzykownym osiedlaniu się na obszarach zagrożonych ruchami masowymi. Każda ingerencja niesie za sobą poważne konsekwencje. Efekty ruchów masowych można zaobserwować na ścianach budynków, pękniętych drogach itp. Niestety, niektóre z nich postępują latami, bez wyraźnych znaków, a skutki dla życia i przestrzeni społeczeństwa mogą być tragiczne i nieodwracalne.

Literatura:

- Abd Majid, N., Taha, M. R., Selamat, S. N., 2020. Historical landslide events in Malaysia 1993-2019, *Indian Journal of Science and Technology*, s. 3387–3399
- Abdullah, C. H., 2013. Landslide risk management in Malaysia, *WIT Transactions on The Built Environment*, 133, s. 255–265
- Avelar, A. S., Netto, A. L. C., Lacerda, W. A., Becker, L. B., Mendonca, M. B., 2013. Mechanisms of the Recent Catastrophic Landslides in the Mountainous Range of Rio de Janeiro, Brazil, *Landslide Science and Practice*, s. 265–270
- Bardel, T., 2012. O antropogenicznych przyczynach powstania osuwiska na zboczu byłej kopalni iłów „Kantoria” w Tarnowie, *Górnictwo i Geologia*, 7, s. 35–47
- Cała, M., 2009. Geotechnika szuka sposobów przeciwdziałania szkodliwym skutkom przemieszczeń zboczy - Osuwiska w Polsce i na świecie, *Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne*
- Dorairaj, D., Osman, N., 2021. Present practices and emerging opportunities in bioengineering for slope stabilization in Malaysia: An overview. *PeerJ*, 9
- Gaszyńska-Freiwald G., 2012. Wpływ tekstury iłotupków fliszu karpackiego na parametry deformacji, *Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój*, 1, s. 61–71
- Kazmi, D., Qasim, S., Harahap, I. S. H., Baharom, S., 2017. Landslide of Highland Towers 1993: a case study of Malaysia, *Innovative Infrastructure Solutions*, 2
- Mizerski, W., Graniczny, M., 2017. *Geozagrożenia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- Netto, A. L. C., Sato, A. M., Avelar, A. S., Vianna, L. G. G., Araujo, I. S., Ferreira, D. L. C., Lima, P. H., Silva, A. P. A., Silva, R. P., 2013. January 2011: The Extreme Landslide Disaster in Brazil, *Landslide Science and Practice*, s. 377–384
- Rahman, A. H., Mapjabil, J., 2017. Landslides disaster in Malaysia: an Overview, *Health and the Environment Journal*, 8, s. 58–71
- Różycka, M., Duszyński, F., Michniewicz, A., 2017. Osuwisko Vajont (Włochy) – przykład katastrofy przyrodniczej wywołanej działaniami człowieka, *Przegląd Geologiczny*, 65, s. 560–563
- Smyth, C. G., Royle, S. A., 2000. Urban

landslide hazards: incidence and causative factors in Niteroi, Rio de Janeiro State, Brazil, *Applied Geography*, 20, s. 95–117

Źródła internetowe:

- [1] – www.ggsprojekt.pl (dostęp: 25.05.2022)
- [2] – www.pgi.gov.pl (dostęp: 25.05.2022)
- [3] – www.climate.data.org (dostęp: 25.05.2022)
- [4] – www.rioonwatch.org (dostęp: 25.05.2022)
- [5] – <http://www.mountainblog.it/redazionale/la-tragedia-del-vajont-streaming-non-dimenticare/> (dostęp: 25.05.2022)

Notka o Autorce

Studentka pierwszego roku studiów magisterskich Uniwersytetu Gdańskiego, na kierunku Geografia fizyczna z geoinformacją. W roku 2021 ukończyła studia na poziomie licencjackim na kierunku Geografia. Zainteresowania autorki związane są z geomorfologią, zagrożeniami naturalnymi, jak i dotyczącymi działalności człowieka.