

# OSUWISKA

## Cz. 1. Występowanie zjawisk osuwiskowych w budownictwie komunikacyjnym



Stabilizacja osuwiska w Lipiu, fot. Aarsleff Sp. z o.o.

tekst: **MARIAN KOWACKI**

Osuwiska, podobnie jak powodzie, wybuchy wulkanów, trzęsienia ziemi, tsunami, tornada czy nawet katastrofy kosmiczne, należą do procesów przyrodniczych, często prowadzących do klęsk żywiołowych. W Polsce osuwiska stanowią główne zagrożenie geodynamiczne. Jednak zaistnienie zjawiska w postaci osunięcia się mas ziemi to nie zawsze katastrofa naturalna – w wielu przypadkach kwalifikowane jest ono jako katastrofa budowlana.

Do powstania osuwisk prowadzą powierzchniowe ruchy masowe, czyli przemieszczanie się mas skalnych lub gruntowych pod wpływem siły ciężkości. Geologia dynamiczna wyróżnia kilka rodzajów tego typu zjawisk. Stały i bardzo powolny ruch nazywany jest spejzowaniem. Cząsteczki skalne wprawione w szybki ruch mogą staczać się po stoku, co prowadzi do powstania usypiska. Osuwiska powstają także na skutek poruszania się po powierzchni zbocza dużych mas skalnych w tempie od kilku centymetrów do kilku metrów na sekundę. Jeśli dodatkowo w tym procesie znaczną rolę jako nośnik odgrywa woda, ruch mas określany jest jako spływanie. Najszybszą i zarazem najbardziej katastrofalną formą powstawania osuwisk jest obrywanie [1].

### Niejednoznaczność definicji

Aby móc sprecyzować pojęcie osuwiska, należy uwzględnić charakter powierzchni, po której przemieszczają się masy, oraz związane z nim kryterium kształtu powierzchni. Trzeba ponadto ustalić, czy powierzchnia poślizgu istniała w masywie skalnym lub gruntowym przed powstaniem przemieszczenia, czy też jej powstanie związane było z przemieszczeniami i jest rezultatem ścięcia.

Biorąc pod uwagę powyższe kryteria, osuwiska definiuje się jako masy skalne osunięte wzdłuż powstałych dopiero w momencie ścięcia, zwykle cylindrycznych lub kulistych, powierzchni poślizgu [2].

Podobnym do osuwisk zjawiskiem pod względem skutków wystąpienia są zsuwy, które definiuje się jako zsunięte razem masy skalne. Utworzone w ten sposób połacie układają się wzdłuż naturalnych stref osłabionej wytrzymałości, istniejących w masywie skalnym przed przemieszczeniem, które stają się powierzchniami ścięcia i poślizgu. Zdarza się, że pod nazwą osuwiska rozumie się zarówno osuwiska, jak i zsuwy, co nieraz prowadzi do pomyłek, których skutki mogą mieć niebagatelne znaczenie dla praktyki budowlanej [2]. Jednak w literaturze spotyka się różne podejście do terminologii. Autorzy w pracy [3] podają, że „osuwiska, czyli zsuwy, tworzą się wskutek szybkiego przemieszczania mas skalnych. Niekiedy jednak trwają całymi latami. Można więc wyróżnić szereg przejść pomiędzy osuwiskami a spełzywaniem”. Jak widać, osuwiska i zsuwy są przez autorów traktowane łącznie, co więcej, wyróżniają oni także możliwość przechodzenia osuwiska w spełzywanie.



Zabezpieczanie czynnego osuwiska w Lipiu, fot. Aarsleff Sp. z o.o.

Witold Cezariusz Kowalski [2] dzieli osuwiska na periodyczne, które odnawiają się zwykle podczas opadów, oraz chroniczne, będące w ciągłym ruchu. Spełzywanie zaś odróżnia od osuwisk, utożsamiając te pierwsze ze zwietrzelinami lub utworami luźnymi, występującymi także bez udziału wody.

## Jakość & Know-how

Więcej niż dwa słowa

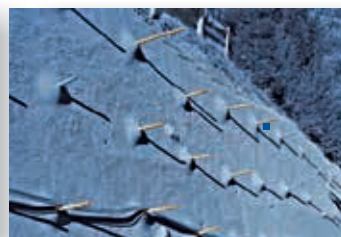
**KOTWY GRUTNOWE; MIKROPALE; GWOŹDZIE GRUNTOWE; ŚCIĄGI KONSTRUKCYJNE**

### W SYSTEMIE TRADYCYJNYM



### SYSTEM SAS

### W SYSTEMIE SAMOWIERCĄCYM



### SYSTEM SAMOWIERCĄCY ANP



Zabezpieczenie zbocza przed osuwaniem za pomocą gwoździowania z siatką SteelGrid HR30 w Muszynie, fot. MACCAFERRI Polska Sp. z o.o.

Tab. 1. Tabela klasyfikacyjna osuwisk według Antoniego Kleczkowskiego

A) SPŁYWY	płynięcie, spływanie (ruch płynięcia, brak określonej powierzchni przemieszczania – nierówna szybkość poruszających się fragmentów skalnych)	1. szybkie 2. wolne (osypywanie się)	płynięcie właściwe, strumienie, potoki skalne  spętywanie, spętz, złazisko
B) ZSUWY	zsuwanie się, osuwanie się (ruch ślizgowy, ześlizg wzdłuż określonej płaszczyzny)	1. zsuwy strukturalne (ruch wzdłuż płaszczyzny strukturalnej, ruch ślizgowy masy skalnej bez obrotu) 2. zsuwy ze ścinania (ruch wzdłuż powierzchni ścinania – powierzchni przekroczenia wytrzymałości na ściskanie, ruch z obrotem wstecz)	a) zsuwy strukturalne wzdłuż powierzchni uwarstwienia b) zsuwy strukturalne wzdłuż granicy zwierzelina – skała c) zsuwy strukturalne wzdłuż szczelin  a) zsuwy ze ścinania w materiale jednolitym niewarstwowanym (pojedyncze, złożone – tarasowe) b) zsuwy ze ścinania w materiale warstwowanym
C) OBRYWY	obrywanie się (ruch prawie wyłącznie pionowy – spadek w powietrzu lub po stromym zboczu połączony z toceniem się oderwanych fragmentów skalnych)		a) obrywy skalne b) obrywy materiału luźnego

Źródło: Kleczkowski A.: *Osuwiska i zjawiska pokrewne. Terminologia, charakterystyka zjawisk, przyczyny powstawania, metody badań, klasyfikacja, literatura*. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa 1955, s. 80



Bariera zabezpieczająca przed spadającymi odtłakami skalnymi w miejscowości Będzieszyňa na DK75, fot. MACCAFERRI Polska Sp. z o.o.

ZwaŹając na wielość definicji i rozróżnienia, zakwalifikowanie zaistniałego w przyrodzie zjawiska do odpowiedniej kategorii nastęrcza więc pewnych trudności, zwłaszcza że w geotechnice często pojęciem osuwisko określa się procesy niszczenia skarp i nasypów.

### **Typy osuwisk i przyczyny ich powstawania**

Choć istnieje cały szereg klasyfikacji używanych przez inŹynierów i geologów, ładu z proponowanych podziałów ruchów masowych nie jest uniwersalnie akceptowany. W Polsce od ponad 50 lat stosowana jest klasyfikacja Antoniego Kleczkowskiego [4], którą przedstawiono w tabeli 1.

Powstawanie osuwisk związane jest z nachyleniem zboczy, dzięki któremu masy skalne, pod działaniem siły cięŹkości, mogą się przemieszczać. Zasadniczą kwestią przy powstawaniu ruchu osuwiskowego jest nachylenie zboczy, przy czym sam kąt nachylenia, konieczny do powstania ruchu, może się zawierać w bardzo szerokich granicach.

W literaturze podaje się kąty 2–5° jako wystarczające do powstania spływów [5]. Często nie nachylenie zbocza, ale podłoŹe, na którym leŹą skały łatwo ulegające upływnieniu, decyduje o płygnięciu mas skalnych. Na zboczach o większym nachyleniu, zwykle od kilkunastu do kilkudziesięciu stopni, powstają zsuwy. Z kolei obrywy skalne związane są z bardzo

**GABIONY**

**ŚCIANY OPOROWE**

**KOTWY GRUNTOWE**

**GEOSYNTETYKI**

**ZABEZPIECZENIA**

**PRZECIWEROZYJNE**





Zabezpieczenie skarpy na autostradzie A1 Piekary Śląskie - Maciejów, fot. Geobrugg Partner in Poland

stromymi, nierzadko pionowymi lub nawet podciętymi formami ukształtowania terenu [5].

Masy skalne ulegające ruchom mają bardzo zróżnicowane właściwości. Począwszy od skał luźnych suchych lub przepojonych wodą (np. piaski, gliny, iły), przez skały bardzo wytrzymałe i zwarte (jak piaskowce czy wapień), nawet po skały magmowe lub metamorficzne. Różnie kształtuje się także objętość mas skalnych ulegających ruchowi. Mogą to być drobne zerwy zboczowe, obejmujące kilka metrów sześciennych materiału skalnego, aż po olbrzymie spływy, obrywy czy zsuwy, dochodzące do miliardów metrów sześciennych objętości.



Geobrugg zapewnia skuteczną ochronę przed zagrożeniami naturalnymi: obrywami skalnymi, lawinami śnieżnymi oraz niestabilnymi skarpami. Linia kolejowa, Niemcy; fot. Geobrugg AG

Szybkość przemieszczania się mas skalnych jest także bardzo różna. Spełzywanie przebiega na tyle wolno (kilkanaście lub kilkadziesiąt milimetrów w ciągu roku), że można je określić w czasie dopiero po dłuższych obserwacjach. Ruch zsuwów szacuje się przykładowo na 3, 8, 9, 12 m na dobę, co stanowi szybkość pośrednią pomiędzy szybkością poruszania się lodowców i płynących wód rzecznych [5]. Obrywy i lawiny skalne przebiegają często z ogromną szybkością, wynoszącą 100 lub 200 m/s, co można porównać do szybkości wylotowej pocisku z broni palnej.

Poszczególne typy osuwisk różni także charakter i czas trwania ruchu. Spływy wolne, podobnie jak osypywanie się materiału skalnego, mają charakter chroniczny – są procesami długo-

trwałymi, przebiegającymi bezustannie przez długi czas. Z kolei spływy szybkie i zsuwy cechuje często wyraźna okresowość działalności, przerywana okresami uspokojenia się ruchu na zboczu. Obrywy i niektóre zsuwy należą do zjawisk jednorazowych [5].

Duże znaczenie praktyczne ma poznanie przyczyn powstawania osuwisk, co z kolei umożliwia zastosowanie skutecznych środków zapobiegania tworzeniu się osuwisk i zabezpieczenia przed nimi. Do warunków lub też czynników podstawowych, w jakich tworzą się osuwiska, należą pewne warunki morfologiczne, geologiczne i klimatyczne, które umożliwiają działanie czynników aktywnych, czyli wpływających na ruch. Biorąc pod uwagę budowę geologiczną, warunkami sprzyjającym powstawaniu osuwisk są głównie rodzaj materiału skalnego i jego własności mechaniczne, następstwo skał i ich ułożenie względem ukształtowania terenu, a także występowanie poziomów wód gruntowych, źródeł, wycieków czy wysięków. Zasadnicze znaczenie w powstawaniu osuwisk ma ukształtowanie terenu, a zwłaszcza kąt nachylenia zbocza, oraz warunki klimatyczne, w tym wielkość opadów, ich nasilenie i rozkład w czasie, jak również klimatyczne warunki wietrzenia i przemian w skałach [5].

W odróżnieniu od osuwisk naturalnych, powstających poza działalnością ludzi, na osuwiska zagrażające budowlom komunikacyjnym – oprócz podstawowych przyczyn ich powstawania – duży wpływ wywierają takie czynniki, jak [6]: wpływ niszczącego działania filtracji wód gruntowych i powodziowych oraz erozyjnego działania rzek, działanie obciążeń dynamicznych (ruch kołowy), nieprawidłowe projektowanie budowli ziemnych – posadowienie nasypów niespoistych na zwietrzelinach, iłach, gruntach zapadowych, ściśliwych, podatnych na deformacje filtracyjne, brak prawidłowego odwodnienia i kompleksowej oceny bezpieczeństwa budowli (stateczności skarp, nośności i osiadania podłoża oraz korpusu), błędy w wykonawstwie, takie jak zastosowanie niewłaściwych gruntów do budowy nasypów, ich niedostateczne zagęszczenie, zbyt strome pochylenie skarp, zły dobór technologii prowadzenia robót, nieprawidłowe odwodnienie, zaniedbania eksploatacyjne, w tym brak odpowiedniego utrzymania i remontów, nieszczerne systemy kanalizacyjne, budowa obiektów inżynierskich zmieniających warunki hydrogeologiczne, ukształtowanie i obciążenie terenu.



Osuwiska na wybrzeżu Bałtyku - zabezpieczenie osuwiska na klifie, Jarosławiec, fot. Titan Polska Sp. z o.o.



Zabezpieczenie osuwiska z całkowitym odtworzeniem terenu – w tym przypadku drogi wraz z poboczem, fot. Titan Polska Sp. z o.o.

Problem właściwego zabezpieczenia stoków, skarp nasypów i wykopów jest szczególnie istotny w południowo-wschodniej Polsce, w utworach fliszowych, gdzie osuwiska stanowią niejednokrotnie główny problem geologiczno-inżynierski.

### Literatura

- [1] Książkiewicz M.: *Geologia dynamiczna*. Wyd. 5. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa 1979.
- [2] Kowalski W.C.: *Geologia inżynierska*. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa 1988.
- [3] Kilian Z., Szczepaniak T., Głodek J.: *Geologia i wiadomości z nauki o złożach*. Wyd. 2. Państwowe Wydawnictwa Szkolnictwa Zawodowego. Warszawa 1954.
- [4] Wysokiński L.: *Metody prognozowania i zabezpieczania osuwisk*. XXV Konferencja Naukowo-Techniczna *Awarie budowlane 2011*. Międzyzdroje, 24–27 maja 2011.
- [5] Kleczkowski A.: *Osuwiska i zjawiska pokrewne. Terminologia, charakterystyka zjawisk, przyczyny powstawania, metody badań, klasyfikacja, literatura*. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa 1955.
- [6] Stigler-Szydło E., Szydło A.: *Jak zmniejszyć ryzyko występowania osuwisk skarp drogowych*. „Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej oddział w Krakowie” 2009, nr 88, z. 144.



PGI to jedna z największych firm działających na rynku usług geologicznych w Polsce.

Nasze usługi skierowane są do biur projektów, firm budowlanych, samorządów inwestorów prywatnych w całym kraju.



**GEOLOGIA INŻYNIERSKA**



**GEOTECHNIKA**



**HYDROGEOLOGIA**



**GEOLOGIA ŚRODOWISKOWA**



**GEOLOGIA ZŁOŻOWA**



**WWW.USLUGIGEOLOGICZNE.PL**

PRACOWNIA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA

PIOTR JANISZEWSKI SPÓŁKA JAWNA

UL. OBYWATELSKA 102/104 94-104 ŁÓDŹ

TEL. / FAX 42 254 06 54

BIURO@USLUGIGEOLOGICZNE.PL

