

# Nowy sposób oceny ruchów masowych przy użyciu skali OMI

Mgr inż. Sylwia Dziadosz – studium doktoranckie, dr inż. Tomasz Jeż,  
dr Michalina Flieger-Szymańska, Politechnika Poznańska

## 1. Wprowadzenie

Prognozowanie wystąpienia ruchów masowych jest zadaniem niezwykle trudnym i wymaga doświadczenia w zakresie obserwacji sygnałów zwiastujących przemieszczenie się materiału gruntowego. Jest to złożony proces, w którym inicjacja transportu zachodzi pod wpływem koincydencji wielu przyczyn [1]. Kategoryzacja zjawiska może przebiegać pod względem różnych aspektów, takich jak mechanizm ruchu, rodzaj materiału lub prędkość przemieszczania [2, 3]. W przeciwieństwie do trzęsień ziemi lub powodzi ruchy masowe są rzadziej wspominane w mediach, są również szybko eliminowane z ludzkiej pamięci [4]. Nie ma to uzasadnienia w wielkości szkód lub ofiar – ruchy masowe zdarzają się częściej, a sumaryczna skala strat i zdewastowanych terenów nie są mniejsze od zniszczeń spowodowanych innymi katastrofami naturalnymi. Istnieje zatem potrzeba nagłośnienia i zainteresowania opinii publicznej problematyką ruchów masowych, co jest jednym z celów opracowanej skali OMI.

## 2. Skala OMI

### 2.1. Założenia skali

Ruchy masowe osuwiskowe są zjawiskiem naturalnym, w wyniku którego powierzchnia ziemi dąży do wyrównania i osiągnięcia stanu równowagi mas gruntowych. Cały ten proces jest nazywany denudacją i może wystąpić w każdym miejscu naszej planety, gdzie istnieje jakiegokolwiek pochYLENIE terenu inicjujące ruch pakietów gruntowych pod wpływem grawitacji. Konkludując, jest to zjawisko niemożliwe do całkowitej eliminacji niezależnie od stosowanych środków zapobiegawczych. Wraz ze wzrostem zagęszczenia zaludnienia i ekspansji obszarów zabudowanych na tereny uważane dotąd za niekorzystne do zagospodarowania nieuniknione jest naruszenie terenów potencjalnie zagrożonych ruchami masowymi.

Kluczową ideą jest wprowadzenie i zdefiniowanie pojęcia oraz stworzenie skali OMI – Osuwiska Medialnie Istotnego. Kontrowersyjna może wydawać się decyzja, że w powyższym określeniu nie użyto terminu „ruchy masowe” lecz „osuwiska”. Te dwa pojęcia nie są synonimami, a osuwiska są

tylko jednym z rodzajów ruchów masowych. Trzeba jednak wziąć pod uwagę aspekt społeczny: w języku powszechnym to właśnie osuwiska są kojarzone z wszelkimi ruchami masowymi w przyrodzie, natomiast właściwe określenie tych zjawisk i rozumienie znaczenia poszczególnych definicji jest zawężone do specjalistów w dziedzinie geologii i geotechniki. W hasle OMI najważniejsze jest jednak, by było ono łatwe do zapamiętania dla każdego, nawet nie posiadającego wiedzy w zakresie mechaniki działania i nazewnictwa ruchów masowych. Te względy przesądziły o wyborze OMI zamiast RMMI (Ruchy Masowe Medialnie Istotne).

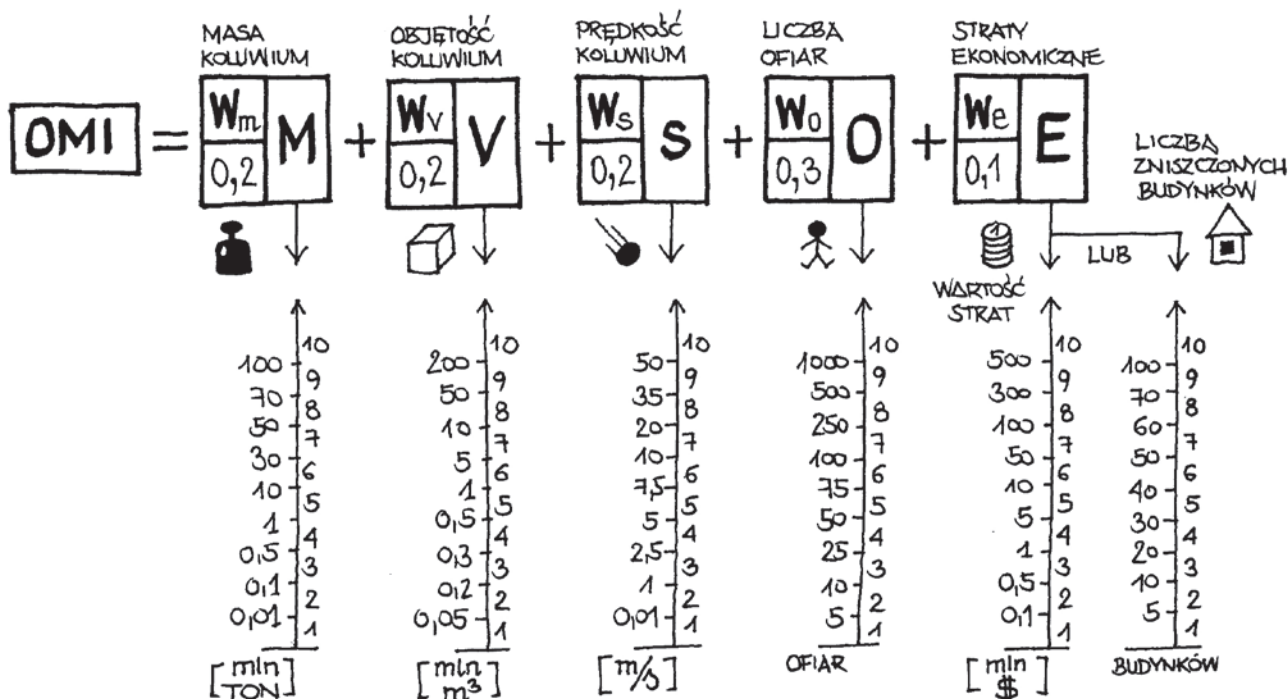
Pozostaje do wyjaśnienia kwestia drugiego członu nazwy: „Medialnie Istotne”. W większości przypadków grawitacyjny ruch masowy zachodzi z powodu koincydencji wielu czynników. Skutki osuwiska w okolicach zaludnionych są diametralnie większe niż na obszarach oddalonych od zabudowań. W przypadku takich katastrof w mediach nagłaśniana jest liczba ofiar oraz wiadomości o akcji ratunkowej, a także o przyczynach, w których rutynowo występują gwałtowne opady lub trzęsienie ziemi, rzadziej błędy ludzkie. OMI ma wyróżniać ruchy masowe o szczególnej szkodziwości dla społeczeństwa.

Autorzy sformułowali wzór, na podstawie którego można nadać odpowiednią notę w skali OMI, gdzie każdy czynnik (od objętości i zasięgu – po straty finansowe i ofiary śmiertelne) ma swoją własną wagę. Finalna nota jest sumą wszystkich składowych.

Do stworzenia skali wykorzystano dane z literatury krajowej i zagranicznej. W przypadku ruchów masowych sprzed kilkadziesiąt lat użyto danych dostępnych w publikacjach naukowych. Ze względu na nietypowy charakter pracy jako źródła informacji posłużyły również wiadomości z portali internetowych, takich jak [bbc.com](http://bbc.com) oraz blogi geologiczne. Na to rozwiązanie zdecydowano się, gdy dany ruch masowy nie został wystarczająco opisany w opracowaniach specjalistycznych.

### 2.2. Poszczególne etapy w procesie opracowywania skali

Na potrzeby stworzenia skali zapoznano się z 120 zjawiskami ruchów masowych, z których wyselekcjonowano i poddano głębszemu opracowaniu 42 przypadki. Każdy z nich poddano analizie pod względem przyczyn osuwiska, sposobu



Rys. 1. Przedziały wartości składowych wzoru OMI i ich przemianowanie na skalę „do 10”

ścięcia i przemieszczania się pakietów gruntowych oraz skutków osunięcia.

W pierwszej fazie opracowania wyznaczono przedziały liczbowe skali. Postanowiono wybrać zakres od 1,0 do 10,0 ze względu na klarowność takiej oceny, czytelność jest fundamentalnym założeniem dla zaproponowanej klasyfikacji.

W formie autorskich kart osuwisk zbierających tabelarycznie dane na temat poszczególnych katastrof zebrano najważniejsze parametry ruchu masowego decydujące o jego sile i szkodliwości. Zasadniczym czynnikiem dla skali OMI powinny być nie tylko geometryczne dane opisujące kolumbium, lecz destrukcyjne konsekwencje transportu gruntu w kontekście społecznym oraz ekonomicznym. Przyczyn inicjujących ruchy masowe nie wzięto pod uwagę w dalszych rozważaniach.

Wszystkie składniki wzoru opisującego skalę OMI mają przypisaną wagę oddającą znaczenie danego elementu dla ostatecznej noty. Suma wszystkich wag jest równa jeden. Z danych geometrycznych wzięto pod uwagę masę oraz objętość pakietów gruntowych z wagą 0,2. Prędkość ruchu masowego, mająca decydujące znaczenie na możliwość ewakuacji, przyjęto z wagą o takiej samej wartości. Przy ustalaniu noty OMI nie bierze się pod uwagę rodzaju ruchu masowego, skupiono się na danych liczbowych.

Liczbę ofiar, najistotniejszą składową pod względem szkodliwości społecznej, przyjęto z wagą o wartości równej 0,3. Dane o stratach ekonomicznych sprawiły więcej problemów. Największą trudnością był brak niezależnych od daty katastrofy danych o stratach finansowych (dewaluacja waluty, różnorodność zniszczonych struktur budowlanych itd.). Z tego powodu zdecydowano się na przyjęcie jednego parametru

(z opcją wyboru: pieniądze lub zniszczone budynki) opisującego szkody ekonomiczne – o wadze 0,1.

Kończącą fazą przygotowania skali OMI było wyznaczenie przedziałów każdej składowej na podstawie danych liczbowych oraz ich stopniowanie w zakresie od 0 do 10 w oparciu o analizę statystyczną. Największym problemem było opracowanie składnika opisującego straty ekonomiczne. Wzięto pod uwagę dane o liczbie zniszczonych budynków oraz straty finansowe spowodowane ruchem masowym. Podział ten wynikał z trudności w określeniu wiarygodnych kosztów odbudowy oraz odszkodowań. Liczba zniszczonych budynków nie oddaje ich specyfiki oraz rozmiaru, jak również nie uwzględnia zdewastowanych szlaków komunikacyjnych oraz instalacji. W celu zminimalizowania błędów połączono obydwa dane, priorytetowo przyjmując dane o wartościach szkód wyrażonych w pieniądzu, następnie o liczbie zrujnowanych budynków.

**2.3. Przedziały liczbowe skali dla poszczególnych składowych wzoru**

Na podstawie dokonanej analizy 120 przypadków zaproponowano przedziały liczbowe dla poszczególnych parametrów przedstawione na rysunku 1.

**3. Wzór klasyfikujący ruch masowy w skali OMI i jego zastosowanie**

**3.1. Wzór OMI**

Wzór klasyfikujący ruch masowy w skali OMI, zawierający wszystkie składowe wraz z odpowiadającymi wagami, prezentuje się następująco:

$$OMI = W_m \cdot M + W_v \cdot V + W_s \cdot s + W_o \cdot O + W_e \cdot E \quad (1)$$

$$W = W_m + W_v + W_s + W_o + W_e = 1,0 \quad (2)$$

gdzie:

OMI – nota klasyfikująca ruch masowy w skali OMI,  
 $W_m$  – waga wyznaczona dla składowej opisującej masę przemieszczonego materiału (koluwium) równa 0,2,  
 $M$  – klasyfikacja w przedziale od 1,0 do 10,0 masy przemieszczonego materiału (rys. 1),  
 $W_v$  – waga wyznaczona dla składowej opisującej objętość przemieszczonego materiału (koluwium) równa 0,2,  
 $V$  – klasyfikacja w przedziale od 1,0 do 10,0 objętości przemieszczonego materiału (rys. 1),  
 $W_s$  – waga wyznaczona dla składowej opisującej prędkość przemieszczania się materiału (koluwium) równa 0,2,  
 $s$  – klasyfikacja w przedziale od 1,0 do 10,0 prędkości przemieszczania się materiału (rys. 1),  
 $W_o$  – waga wyznaczona dla składowej opisującej ilość ofiar śmiertelnych równa 0,3,  
 $O$  – klasyfikacja w przedziale od 1,0 do 10,0 liczby ofiar śmiertelnych (rys. 1),  
 $W_e$  – waga wyznaczona dla składowej opisującej straty ekonomiczne równa 0,1,  
 $E$  – klasyfikacja w przedziale od 1,0 do 10,0 strat ekonomicznych (rys.1),  
 $W$  – suma wszystkich wag.

### 3.2. Klasyfikacja w skali OMI dwóch wybranych przypadków ruchów masowych

Na podstawie zebranych przypadków ruchów masowych wybrano dwa osuwiska, aby sklasyfikować je w skali OMI. Jako przykłady wyselekcjonowano katastrofę w Anglii w miejscowości Aberfan w 1966 roku (hałdy kopalniane osunęły się na szkołę i pobliskie budynki) oraz splay gruzowy w miejscowości La Conchita w Kalifornii z 2005 roku. W tym przypadku ruch masowy miał miejsce na poprzednim osuwisku z 1995 roku. Parametry osuwisk z tych katastrof zaprezentowano w tabeli 1.

Wyznaczono następujące wartości składowych wzoru OMI przedstawione w tabeli 2.

Po podstawieniu danych z tabeli 2 do wzoru 1 otrzymano następujące noty:

- Katastrofa w Aberfan:

$$OMI_{\text{Aberfan}} = 0,2 \cdot 2 + 0,2 \cdot 2 + 0,2 \cdot 6 + 0,3 \cdot 7 + 0,1 \cdot 5 = 5,2$$

- Katastrofa w La Conchita:

$$OMI_{\text{La Conchita}} = 0,2 \cdot 3 + 0,2 \cdot 3 + 0,2 \cdot 6 + 0,3 \cdot 3 + 0,1 \cdot 5 = 3,8$$

Skala OMI skupia się na stratach oraz szkodliwości danego ruchu masowego. Z tego powodu, pomimo porównywalnych objętości pakietów gruntowych oraz prędkości transportu obu wybranych osuwisk, znaczna rozbieżność w sumie noty OMI wynika z liczby ofiar śmiertelnych. Składowej  $O$  przypisana jest najwyższa waga 0,3 i to ona decyduje o wyraźnej różnicy w skali katastrofy w Aberfan i Kalifornii. Druga

**Tabela 1.** Zestawienie potrzebnych danych do klasyfikacji OMI na podstawie opracowanych przypadków

|                           | Aberfan 1966           | La Conchita 2005               |
|---------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Ciężar                    | 2 000 000 ton          | 400 000 ton                    |
| Objętość                  | 150 000 m <sup>3</sup> | 200 000 m <sup>3</sup>         |
| Prędkość                  | 8,3 m/s                | 10–5 m/s<br>(przyjęto 7,5 m/s) |
| Liczba ofiar śmiertelnych | 144                    | 10                             |
| Straty ekonomiczne        | 6 133 500 \$           | 36 zniszczonych budynków       |

**Tabela 2.** Zebranie potrzebnych danych do klasyfikacji OMI

|     | Aberfan 1966 | La Conchita 2005 |
|-----|--------------|------------------|
| $M$ | 5            | 3                |
| $V$ | 2            | 3                |
| $s$ | 6            | 6                |
| $O$ | 7            | 3                |
| $E$ | 5            | 5                |

istotna dysproporcja obu ruchów masowych to masa przemieszczonego gruntu.

## 4. Podsumowanie

Zaletą ujęcia ruchu masowego w 10-stopniowej punktacji jest czytelność przekazu. Dzięki temu zrealizowane jest założenie o przystępniejszej metodzie informowania społeczeństwa o zagrożeniu oraz skali zniszczeń dokonanych przez poszczególne ruchy masowe pomimo całej złożoności zjawiska. Dodatkowym atutem jest usystematyzowanie zebranych danych w jednym wzorze, który może być zoptymalizowany w przyszłości w celu osiągnięcia rzetelniejszej oceny. Zaproponowana formuła jest pierwszym krokiem dokonanym w kierunku alternatywnego sposobu klasyfikacji złożonego zjawiska. W dalszych etapach prac, mających na celu doprecyzowanie formuły, należy zanalizować większą liczbę katastrof, które są rzetelnie udokumentowane i zbadane w dostępnych źródłach. Niezbędne są skrupulatniejsze badania w kierunku uwzględnienia kolejnych danych w wzorze OMI oraz uściślenie wartości poszczególnych wag, przez które mnożone są poszczególne składowe. Bieżąca postać formuły opisującej punktację w skali OMI cechuje się znacznym uproszczeniem. Celem autorów jest jednak zarys idei, którą należy pogłębić w następnych publikacjach.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Migoń P., Geomorfologia, PWN, Warszawa, 2006
- [2] Wysokiński L., Metody prognozowania i zabezpieczania osuwisk, XXV Konferencja Naukowo-Techniczna, Międzyzdroje 24–27 maja 2011
- [3] Margielewski W., Problematyka osuwisk strukturalnych w Karpatach fliszowych w świetle zunifikowanych kryteriów klasyfikacji ruchów masowych – przegląd krytyczny, Przegląd Geologiczny 57, 10/2009
- [4] Cała M., Osuwiska w Polsce i na świecie, Nowoczesne Budownictwo Inżynierskie 3 (24)2009, str. 68–74