

POLS 2020 Call (National Science Centre Poland) proposal – 486889

DeMo-Planet

Modelowanie deformacji skorupy wywołanej intruzją magmy na skalistych ciałach planetarnych

STRESZCZENIE POPULARNONAUKOWE

Ciała niebieskie w wewnętrznej części Układu Słonecznego nazywane są również planetami typu ziemskiego i obejmują Merkurego, Wenus, Ziemię i Marsa. Kiedy rozgrzana skała topi się na głębokości kilkudziesięciu kilometrów pod powierzchnią tych planet, powstaje magma. Następnie magma ta przemieszcza się i tworzy intruzje się na niewielkiej głębokości w skorupie planetarnej lub powoduje erupcje wulkaniczne na ich powierzchni. Podczas umiejscowienia płytko pod powierzchnią magma tworzy dla siebie przestrzeń i deformuje otaczające ją skały. W rezultacie powierzchnia planety również ulega deformacji; na Ziemi deformację tę można zaobserwować korzystając ze stacji monitoringu, a na innych planetach poprzez obrazowanie satelitarne.

Na powierzchni planet typu ziemskiego zostały zaobserwowane zarówno liniowe, jak i kopułowe formy deformacji powierzchni, które przypisywane są przemieszczającej się magmie. Formy w kształcie kopuły obejmują szereg kraterów uderzeniowych na Księżycu, które mają wzniesione i pęknięte dna. Przy braku obserwacji geologicznych, można w tym wypadku zastosować modele numeryczne do oszacowania formy geometrycznej, orientacji, głębokości i objętości intruzji magmy. Z kolei na Ziemi podobne modele numeryczne pomagają ocenić zagrożenia wulkaniczne i przewidzieć erupcje wulkanów. Na planetach typu ziemskiego, w tym na Księżycu, przeprowadzenie bezpośrednich geologicznych obserwacji terenowych jest niemożliwe. Większość istniejących modeli numerycznych przemieszczania magmy dla uproszczenia zakłada, że skała macierzysta zachowuje się elastycznie. Oznacza to, że kiedy magma, czyli źródło deformacji, została ponownie usunięta, skała powróciłaby do pierwotnego stanu. Obserwacje geologiczne na Ziemi wykazały jednak, że właściwości skał i pęknięcia powodują, że skała zachowuje się w sposób nieelastyczny. Wpływ uproszczonego założenia o elastycznym zachowaniu skał na modelowane intruzji magmy jest zatem słabo poznany.

W tym projekcie zastosowane zostanie innowacyjne podejście do modelowania numerycznego położenia i umiejscowienia magmy w spękanych skałach wykorzystujące dwuwymiarową metodę Discrete Element Method (DEM). W laboratorium zmierzone będą właściwości mechaniczne próbek skał macierzystych, zebranych wokół zakrzepniętych i odsłoniętych intruzji magmy z południowo-zachodniej Polski. Sieci pęknięć w skałach macierzystych zostaną zmapowane cyfrowo przy użyciu najnowocześniejszych w geologii terenowej technik fotogrametrii. Właściwości mechaniczne skał i sieci pęknięć będą następnie wykorzystane w modelu 2D DEM. W tym realistycznym modelu położenie i zachowanie magmy będzie następnie systematycznie symulowane. Wyniki modelowania zostaną porównane z topografią i sieciami pęknięć zmapowanymi na Księżycu przy pomocy zdjęć satelitarnych, aby lepiej zrozumieć, jak ważne było nieelastyczne zachowanie skorupy Księżyca podczas umiejscawiania się magmy.

Podsumowując, zaproponowane podejście multidyscyplinarne pozwoli na opracowanie nowych, złożonych modeli tego, w jaki sposób płytkie umiejscowienie magmy deformuje skorupę planetarną. W ten sposób projekt ten poprawi interpretację form na powierzchni planet typu ziemskiego spowodowanych przez magmę, a także ulepszy modele intruzji magmy stosowane w celu prognozowania i zmniejszenia zagrożeń wulkanicznych na Ziemi.