

Iwona Stan-Kłeczek, Dominika Stan

Instytut Nauk o Ziemi, Wydział Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Śląski, Sosnowiec

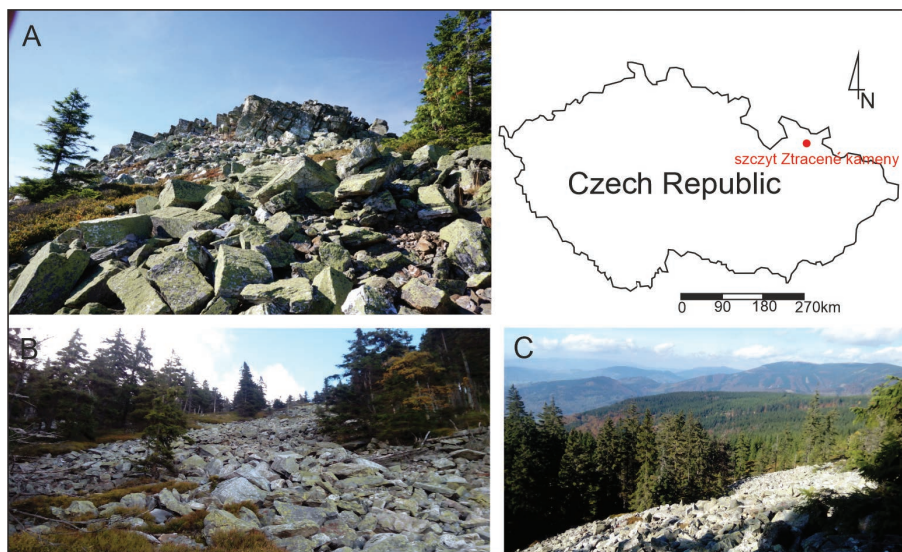


Wykorzystanie metod geofizycznych do rozpoznania peryglacialnej pokrywy blokowej szczytu Ztracené kameny (Sudety Wschodnie, Republika Czeska)

Złożona budowa geologiczna obszarów górskich oraz ich bogata historia zmian geomorfologicznych stanowią ciekawy przedmiot badań dotyczących roli i skali procesów odpowiedzialnych za powstanie występujących tam obecnie form geologicznych (Stan i in. 2017; Delaloye 2004; Stiegler i in. 2014). W prezentowanej pracy przedstawiono wykorzystanie metod geofizycznych do rozpoznania peryglacialnej pokrywy blokowej zlokalizowanej na zboczach szczytu Ztracené kameny w obrębie pasma Hrubý Jeseník (ryc. 1).

Szczyt Ztracené kameny, położony na wysokości 1 245 m n.p.m., znajduje się w paśmie Vysokoholský hřbet i stanowi jego część najbardziej wysuniętą w kierunku południowo-zachodnim. Stromo nachylone stoki pokryte częściowo zwietrzałą pokrywą blokową opadają ku południu. Mozaika geologiczna w połączeniu z efektami wcześniejszej aktywności tektonicznej oraz intensywnej erozji zdeterminowała rozwój badanego obszaru, tworząc rozległe płaskowyże poprzecinane szerokimi dolinami (Tremel i in. 2008). Klimat grzbietu jest stosunkowo zimny ze średnią roczną tem-

peraturą powietrza około $1,1^{\circ}\text{C}$ w obszarach szczytowych. Bezwzględne temperatury maksymalne i minimalne osiągają odpowiednio $24,4^{\circ}\text{C}$ i $-32,6^{\circ}\text{C}$ (Tolasz i in. 2007). Dłuższe zaleganie śniegu sprzyja utrzymaniu temperatur poniżej 0°C na tej wysokości, a sezonowa warstwa lodu włóknistego może utrzymywać się przez 6 miesięcy (Křížek 2007).



Ryc. 1. Obszar badań: A – szczyt Ztracené kameny oraz blokowisko po stronie wschodniej, B – blokowisko po stronie zachodniej, C – widok na Keprník 1423 m n.p.m.; autor: I. Stan-Kłeczek

Pasma Ztracené kameny zbudowane jest ze skał metamorficznych wieku proterozoicznego i paleozoicznego ukształtowanych w orogenezie waryscyjskiej. Badany szczyt stanowią wychodnie kwarcytu dewońskiego. Niższe partie masywu zbudowane są z gnejsów oraz mniej odpornych fylitów z żyłami kwarcu wieku paleozoicznego (Cymerman 2004).

Blokowisko składa się z luźno ułożonych bloków bez materiału wypełniającego, szczególnie w części szczytowej i środkowej. Struktura badanej pokrywy blokowej różni się istotnie między ekspozycją zachodnią i wschodnią.

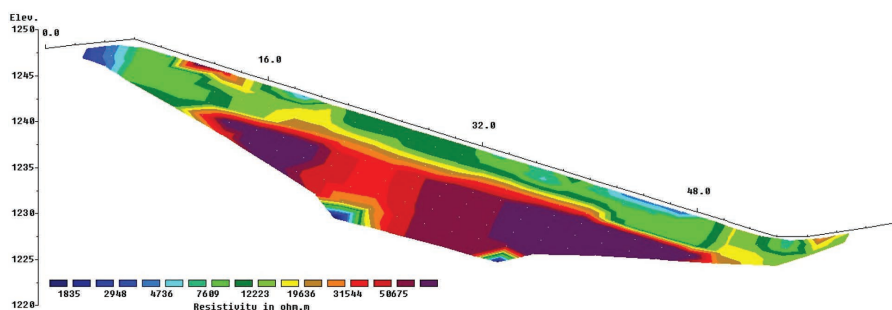
Pomiary geofizyczne wykonano dwiema metodami: metodą tomografii elektrooporowej ERT oraz tomografii sejsmicznej SRT. Metoda

tomografii elektrooporowej opiera się na pomiarze własności elektrycznych ośrodka. Polega on na wykonaniu obwodu elektrycznego, w którym funkcję „opornika” przyjmuje ośrodek geologiczny. Akwizycja danych polega na emisji prądu stałego w głąb ośrodka przez elektrody prądowe i na pomiarze różnicy (spadku) potencjałów przez elektrody pomiarowe. W tym celu wzdłuż odcinka pomiarowego w równych odstępach umieszczone są elektrody pełniące zarówno funkcję elektrod prądowych, jak i potencjałowych. Połączone są ze sobą i aparaturą pomiarową za pomocą wielożyłowego przewodu. Umożliwia on jednoczesną rejestrację na wielu kanałach. Zebrane dane poddaje się procesowi przetwarzania metodą inwersji, w wyniku którego otrzymywane są modele opornościowe ośrodka.

Metoda sejsmiki refrakcyjnej wykorzystywana jest do badania właściwości sprężystych ośrodka geologicznego. Wzbudzone fale sejsmiczne rozchodzą się w głąb ośrodka geologicznego, napotykając na swojej drodze granice warstw geologicznych różniące się prędkością rozchodzenia fal sejsmicznych. Do wzbudzenia fal na badanym obszarze wykorzystano 8-kilogramowy młot, którym uderzano o metalową płytkę. Wzbudzone mechanicznie drgania na powierzchni ziemi generują fale sprężyste. Metoda sejsmiki refrakcyjnej wykorzystuje fale podłużne P. Powstałe drgania cząsteczek gruntu są rejestrowane przez geofony. Rejestrowany jest czas przejścia fali od źródła do odbiornika w postaci sejsmogramu. Pikuując pierwsze wejścia fali P, otrzymujemy hodograf, na podstawie którego tworzony jest rozkład prędkości wraz z głębokością.

Badania geofizyczne obejmowały czynności po obu stronach góry. Po stronie wschodniej zlokalizowano 4 profile ERT wykonane dwoma układami pomiarowymi: układem Wennera oraz dipol-dipol. Odległość między elektrodami w partii szczytowej wynosiła 2 m, a poniżej szczytu – 5 m. Dzięki temu długość profili wynosiła odpowiednio 62 m oraz 155 m. Po stronie zachodniej wykonano 4 profile ERT, odległość między elektrodami wynosiła 3 m i 5 m. Z tego powodu długość profili wynosiła odpowiednio 93 m i 155 m. Pomiarzy metodą sejsmiki refrakcyjnej wykonano wzdłuż 5 profili po stronie zachodniej i jednego po stronie wschodniej. Wykorzystano 12 geofonów, odległość między nimi wynosiła 5 m, więc długość profilu jest równa 55 m. Na każdym profilu fala sejsmiczna wzbudzana była w 9 punktach, co 10 m i z offsetem wynoszącym 5 m.

Na ryc. 2 widoczny jest przekrój elektrooporowy zlokalizowany na wschodnim blokowisku wykonany układem Wennera, zlokalizowany prostopadle do grzbietu. Zwiertzałe, luźno upakowane blokowisko osiągnęło wartości oporu rzędu od 25 do 50 k Ω m, a warstwa podścielająca – gnejs o miąższości 2,5 m – wartość 6 k Ω m.



Ryc. 2. Przekrój ERT zlokalizowany po wschodniej stronie blokowiska; autor: I. Stan-Kłeczek

Profile wykonane w obrębie wschodniego blokowiska pokazały przestrzenną zmienność jego struktury poprzez występowanie dwuwarstwowego modelu ośrodka. Warstwa luźnych bloków o średnicy do 2 m miała miąższość sięgającą do 10 m oraz opór w wysokości 45 k Ω m. Górna warstwa jest silnie upakowaną warstwą bloków, w której puste przestrzenie są wypełnione drobnym materiałem będącym efektem transportu eolicznego, a głównie procesów wietrzenia, w tym wietrzenia chemicznego.

Miąższość tej warstwy maleje w kierunku północnym i ostatecznie zanika, a na powierzchni pojawia się fyllit. Głębokość zalegania fyllitu sięga do około 5,5 m, jednocześnie uzyskując opór 15 k Ω m.

Na głębokości 6 m zaobserwowano duże wartości oporu. Pomiarów geofizycznych przeprowadzonych po obu stronach masywu wskazują na różnice w strukturze podpowierzchniowej badanej formy terenu.

Profile wykonane w obrębie wschodniej części masywu pokazały, że badany ośrodek jest dwuwarstwowy. Po zachodniej stronie masywu zaobserwowano ośrodek trójwarstwowy. Badania geofizyczne w obrębie blokowiska zachodniego wykazały odmienną budowę podpowierzchniową, ślady przeszłej aktywności procesów stokowych oraz zapis procesów wie-

trzenia. Zastosowanie uzupełniających się metod geofizycznych umożliwia pomiar różnych właściwości fizycznych ośrodka skalnego, pomimo silnie zmetamorfizowanej budowy geologicznej, a także złożoności struktury, jaką jest blokowisko.

Cymerman Z., 2004. *Tectonic map of the Sudetes and Fore-Sudetic blocks 1: 200 000*, FIG, Warszawa.

Delaloye R., 2004. *Contribution à l'étude du pergélisol de montagne en zone marginale*, PhD thesis, *GeoFocus 10, Thèse n°1441*, Département De Géosciences – Géographie, Université de Fribourg (Suisse), Fribourg, 1–240.

Křížek M., 2007. Periglacial landforms above alpine timberline in the High Sudetes, [in:] A.S. Goudie, J. Kalvoda (eds), *Geomorphological Variations*, Nakladatelství P3K, Praha, 313–337.

Stan D., Stan-Kłeczek I., Kania M., 2017. Geophysical approach to the study of a periglacial block field in a mountain area (Ztracené kameny, Eastern Sudetes). *Geomorphology*, 293, part B, 380–390.

Stiegler Ch., Rode M., Sass O., Otto J.Ch., 2014. An Undercooled Scree Slope Detected by 255 Geophysical Investigations in Sporadic Permafrost below 1000M ASL, Central Austria. *Permafrost and Periglacial Processes*, 25, 194–207.

Tolasz R., Mikova T., Valerianova A., Voženilek V., 2007. *Climate Atlas of Czechia*, Czech Hydrometeorological Institute, Prague.

Treml V., Jankovská V., Libor P., 2008. Holocene dynamics of the alpine timberline in the High Sudetes. *Biologia*, 63, 73–80.