

**Nr projektu:** 2021/05/X/ST10/01260

**Tytuł:** Oznaczanie  $^{135}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  i  $^{90}\text{Sr}$  izotopów promieniotwórczych w próbkach środowiskowych i ich mobilność w ekosystemie lodowcowym

### **Opis Projektu:**

Zmiany klimatyczne wpływające na wzrost średniej rocznej temperatury powodują znaczące przemiany w obrębie ekosystemów glacialnych. Według jednego ze scenariuszy IPCC emisji CO<sub>2</sub> (scenariusz RCP8.5), do końca XXI wieku globalna temperatura może wzrosnąć o 3,7 °C w porównaniu do temperatur z początku wieku (IPCC, 2014). Od 2000 r. lodowce norweskie cofają się o około 100 m rocznie, a w efekcie postępujących zmian klimatu możliwy jest zanik aż 98% z nich (Nesje i in., 2008).

Występowanie sztucznych izotopów promieniotwórczych jest obecnie powszechne, jednak środowisko glacialne - istotne źródło wody słodkiej nie tylko dla ludzi, ale wielu zwierząt i roślin - należy do obszarów szczególnie wrażliwych na tego typu zanieczyszczenia.

Monitorowanie antropogenicznych izotopów promieniotwórczych takich jak  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{135}\text{Cs}$  i  $^{137}\text{Cs}$  (gdzie czas połowicznego zaniku wynosi odpowiednio 28,8 lat, 2400000 lat i 30,2 lat) jest ważne dla oceny poziomów skażenia promieniotwórczego ekosystemu glacialnego. Izotopy te zostały uwolnione do środowiska głównie w wyniku testów broni jądrowej, przetwarzania paliwa jądrowego i awarii w elektrowniach jądrowych (np. Czarnobyl, Fukushima). Sygnatura izotopowa w postaci stosunku  $^{135}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$  umożliwia identyfikację źródła skażeń promieniotwórczych. Wypadki jądrowe i uwolnienia materiału promieniotwórczego charakteryzują się specyficznymi sygnaturami stosunków  $^{135}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$  co pozwala zidentyfikować rodzaj skażenia (Bu i in., 2016).

Pomiary stężeń aktywności izotopu  $^{137}\text{Cs}$  w Norwegii zostały głównie wykonane na próbkach gleb, mchów i porostów (Bretten i in., 1992, Gjelsvik i Steinnes, 2013), gdzie wartości na większości obszaru nie przekraczają 15 kBq/m<sup>2</sup> (Baranwal i in., 2011). Najwyższe stężenia aktywności zostały zarejestrowane w środkowej części Norwegii, gdzie dochodzą one do 100 kBq/m<sup>2</sup> (Baranwal i in., 2020). Na terenie Norwegii dane dotyczące koncentracji  $^{135}\text{Cs}$  w środowisku naturalnym są nieliczne. Aktywność stężenia izotopu  $^{90}\text{Sr}$  wynosi około 0,6-1,8 kBq/m<sup>2</sup> w glebie (Oughton i in., 1992).

Cechą dość rzadką lodowców jest występowanie tzw. myszy lodowcowych (ang. glacier mice), czyli kulistych konglomeratów mchów toczących się po powierzchni lodowca. Zdolność myszy lodowcowych do akumulowania izotopów promieniotwórczych i ich możliwość użycia do badań w ramach monitoringu radiacyjnego środowiska glacialnego nie jest znana.

Główne cele proponowanego projektu są następujące: (1) określenie koncentracji  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{135}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , za pomocą spektrometrii mas w próbkach środowiskowych (głównie myszy lodowcowych); (2) rozróżnienie źródeł zanieczyszczeń na podstawie zmierzonych stosunków izotopowych  $^{135}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$  (Czarnobyl to 0,65, Fukushima to 0,34, testy broni jądrowej to 3,7, przetwarzania paliwa jądrowego to 0,20–0,50); (3) analiza rozkładu przestrzennego i potencjalnego transportu w ekosystemie lodowcowym.

### **Bibliografia:**

- W. Bu, J. Zheng, X. Liu, K. Long, S. Hu, S. Uchida (2016) Mass spectrometry for the determination of fission products  $^{135}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$ : a review of methodology and applications. *Spectrochim. Acta Part B*, 119:65- 75
- V.C. Baranwal, A. Stampolidis, J. Koziel, R.J. Watson and J.S. Rønning (2019) Reprocessing of airborne gamma-ray spectrometry data in Norway for mapping of Cs-137 deposition from the Chernobyl accident. NGU report 2019.039 pp. 61
- V.C. Baranwal, F. Ofstad, J.S. Rønning, R.J. Watson, (2011) Mapping of caesium fallout from the Chernobyl accident in the Jotunheimen area. NGU report 2011.062, pp. 26.
- D. H. Oughton, B. Salbu, G. Riise, H. Lien, G. Ostby and A. Noren, Radionuclide mobility and bioavailability in Norwegian and Soviet Soils, *Analyst*, 1992, 117, 481–486.
- A. Nesje, J. Bakke, S.O. Dahl, Ø. Lie, J.A. Matthews (2008) Norwegian mountain glaciers in the past, present and future. *Global and Planetary Change*, 60:10-2