

Głównym obszarem naukowym proponowanych badań są szeroko rozumiane nauki o Ziemi. W szczególności podczas realizacji niniejszego projektu poruszone zostaną tak istotne zagadnienia jak ochrona przyrody - radioekologia, zanieczyszczenia promieniotwórczości biosfery, atmosfery, hydrosfery oraz ich powiązania.

Występowanie pierwiastków promieniotwórczych w przyrodzie związane jest zarówno z procesami naturalnymi jak i aktywnością człowieka. Skutkiem działalności człowieka jest podniesienie poziomu promieniotwórczości naturalnej oraz wprowadzenie nowych, sztucznie wytworzonych radioizotopów. Implikuje to zwiększeniem dawki promieniowania jonizującego otrzymywanej przez organizmy żywe, a także narażeniem tych organizmów na substancje wysoce toksyczne. Proponowany projekt dotyczy obydwu grup zanieczyszczeń – sztucznych i naturalnych izotopów emitujących na skutek rozpadu promieniowanie: alfa, beta i gamma. Jednak samo wytworzenie zanieczyszczeń nie stanowiłoby jeszcze tak poważnego problemu dla ludzkości jak jakimś czyni go fakt, że zostały one rozprzestrzenione poprzez atmosferę i przede wszystkim morskie globalnie i lokalnie. Mimo, że upłynęło stosunkowo długie okres czasu od momentu przedostania się sztucznych radionuklidów do środowiska, w dalszym ciągu ich obecność może być dostrzegana.

Badania dotyczą rozległego obszaru północnego Arktyki: zachodniej Grenlandii, wysp i półwyspów wzdłuż drogi morskiej łączącej Ocean Atlantycki z Pacyfikiem, zwanej Przejściem Północno – Zachodnim (Arktyka Kanadyjska) oraz Labradoru i Nowej Funlandii w Północnej Kanadzie. Środowisko arktyczne jest postrzegane powszechnie jako szczególnie wrażliwe na zanieczyszczenia. Wynika to przede wszystkim z następujących specyficznych cech rejonów polarnych: względnie krótkie dni i długie noce, niskie temperatury, słabe wiatry, trudny dostęp do terenów, a także wysoka wydajność transferu skażeń pomiędzy poszczególnymi organizmami tworzącymi te łańcuchy oraz bliskość środowiska lądowego z morskim. Niebagatelny pozostają także obserwowane zmiany w ilości i rodzaju opadów, wzrost średniej temperatury, co prawdopodobnie przyczyni się do zwiększenia mobilności radionuklidów w środowisku lądowym Arktyki; jak dotychczas uważano, że mobilność skażeń promieniotwórczych jest tam stosunkowo niska.

Z radioekologicznego punktu widzenia niezwykle istotnym jest wychwytywanie radionuklidów przez rośliny. Stanowi to bowiem potencjalne zagrożenie dla lokalnych ekosystemów, które są narażone na przenikanie toksycznych substancji radioaktywnych poprzez łańcuch pokarmowy, np. poprzez zwierzęta w przemieszczaniu izotopów promieniotwórczych między człowiekiem a roślinami i zwierzętami (renifery, karibu). Jednymi z dominujących przedstawicieli arktycznej flory są porosty i mchy. Organizmy te wykorzystywane są powszechnie jako biologiczne wskaźniki zanieczyszczenia środowiska. Brak kutikuli i systemów korzeniowych zmuszają porosty i mchy do wychwytywania substancji odzwrotnych z atmosfery i wód powierzchniowych wraz z obecnymi tam skażeniami, natomiast stosunkowo powolny wzrost, duża powierzchnia oraz długowieczność tych organizmów powoduje wbudowywanie się wraz z upływem czasu coraz większych ilości zanieczyszczeń w ich strukturach wewnątrzkomórkowych.

Do najważniejszych celów badań należą:

- oszacowanie poziomu zanieczyszczenia radioizotopami ( $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{238,239+240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{230,232}\text{Th}$ ,  $^{234,238}\text{U}$ ) porostów i mchów z zachodnich regionów Arktyki, poprzez wyznaczenie poziomu stężenia aktywności pierwiastków promieniotwórczych,

- zidentyfikowanie źródeł zanieczyszczeń sztucznych radionuklidami poprzez wyznaczenie stosunków izotopowych:  $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}/^{137}\text{Cs}$ ,  $^{241}\text{Am}/^{239+240}\text{Pu}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}/^{90}\text{Sr}$ ,  $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ ,  $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$ ,  $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ ,

- zbadanie własności bioindykacyjnych porostów i mchów w przypadku skażeń radioaktywnych poprzez porównanie stężenia aktywności pomiędzy poszczególnymi gatunkami porostów i mchów z różnych stanowisk oraz wytypowanie spośród nich organizmów posiadających najlepsze zdolności akumulacyjne.

W rozważanym obszarze Arktyki zanieczyszczenia antropogeniczne radionuklidami powinny pochodzić z globalnego opadu promieniotwórczego o lekko zmodyfikowanych cechach przez spodziewany wpływ eksplozji prowadzonych na jedynym w Arktyce poligonie nuklearnym na Nowej Ziemi. Oprócz opadu globalnego można rozważać wpływy innych antropogenicznych źródeł substancji radioaktywnych takich jak opad czarnobylski (1986 r.), opad z Fukushimy (2011 r.), a także źródeł regionalnych np. katastrofa Boeinga B-52

z bombami atomowymi na pokładzie nieopodal bazy Thule na Grenlandii (1968 r.) oraz katastrofa satelity Kosmos 954 nad Wielkim Jeziorem Niewolniczym w Północnej Kanadzie (1978 r.). W związku z faktem, że próbki pochodzą głównie ze strefy przybrzeżnej istotne mogą być także skażenia radioaktywne zawleczone przez przede wszystkim ze zrzutów z zakładów przeróbki paliwa jądrowego w Sellafeld czy Cap de la Hague do Morza Irlandzkiego i Kanału La Manche, odpowiednio, czy te uwolnione wskutek składowania odpadów radioaktywnych przez ZSSR w arktycznym morzach. Dzięki charakterystycznym wartościom stosunków izotopowych można by odróżnić zanieczyszczenia pochodzące z tych źródeł od globalnego opadu promieniotwórczego. Przypuszcza się, że w porostach i mchach pochodzących z kilku lokalizacji w Arktyce Kanadyjskiej poziom stężenia aktywności naturalnych izotopów promieniotwórczych, szczególnie uranu – 234 i 238 będzie podwyższony w związku z istnieniem i wydobywaniem złóż rudy uranowej na terytorium Kanady. Sprawdzona zostanie także hipoteza zgodnie z którą stwierdza się, że zdolność do kumulowania radionuklidów jest lepsza w przypadku mchów niż porostów.

Dotyczy tego, że badania proponowane w niniejszym projekcie dotyczą pomiarów aktywności szerokiego spektrum izotopów promieniotwórczych, wielu rozmaitych gatunków porostów i mchów zebranych w stosunkowo krótkim czasie (sierpień - wrzesień 2012 r., lipiec – sierpień 2013 r.) oraz rozległego obszaru zachodniej Arktyki (14 stanowisk) może być:

- uzupełnienie i uaktualnienie stanu wiedzy o poziomach skażeń promieniotwórczych oraz źródeł tych zanieczyszczeń w zachodniej Arktyce; absolutnym nowym polem poszukiwania łańcuchów skażenia  $^{134}\text{Cs}$ , których źródłem jest katastrofa elektrowni w Fukushimie, poza tym wykonane zostaną oznaczenia izotopów Pu i Am-241, co jest niezwykle rzadko badane w środowisku lądowym kanadyjskiej Arktyki,

- wzbogacenie bazy danych na temat zanieczyszczeń radioaktywnych w porostach i mchach, czyli niezmiernie ważnym elemencie przyrody ożywionej Arktyki,

- poszerzenie wiedzy na temat zdolności do akumulowania radioizotopów przez poszczególne gatunki porostów i mchów w odmiennych warunkach klimatycznych różnych części zachodniej Arktyki.