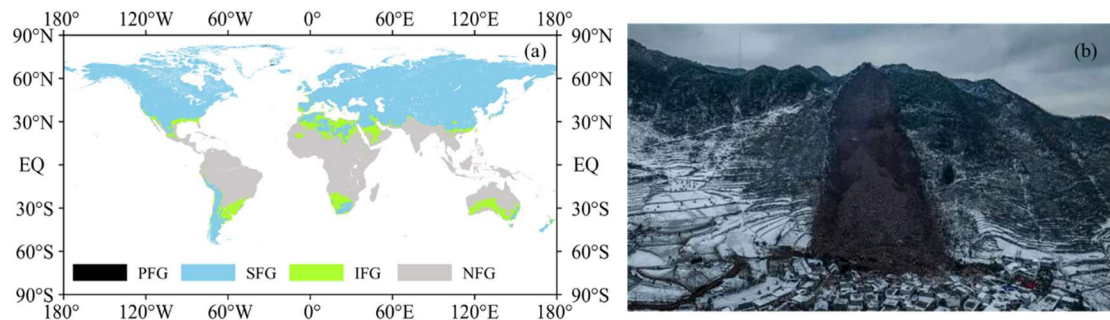


Warunki geologiczne zarówno w Chinach, jak i w Polsce są złożone i zróżnicowane, a niektóre obszary często znajdują się w sezonowych strefach zamrożonej gleby, jak pokazano na rysunku 1. Efekt zamarzania i rozmrażania w tych regionach znacząco wpływa na integralność strukturalną gleby, wytrzymałość na ścinanie, przepuszczalność i przewodnictwo cieplne. Takie zmiany często prowadzą do niestabilności, osuwania się lub przepływu zamrożonych zboczy gleby w cyklach zamarzania i rozmrażania. Dlatego środki wzmacniające, takie jak wzmocnienie gleby, są konieczne w przypadku zboczy w regionach zamrożonej gleby. Poprzez włączenie materiałów wzmacniających, np. geosiatki, do gleby, tarcie i efekty blokowania między nimi mogą znacznie zwiększyć stabilność zbocza i nasypu.



Rysunek 1. (a) Mapa globalnej strefy wiecznej zmarzliny [1] i (b) Obsuwanie się zboczy spowodowane efektami zamarzania i rozmrażania (PFG: strefa wiecznej zmarzliny, SFG: sezonowa strefa zamrożonego gruntu, IFG: okresowa strefa zamrożonego gruntu, NFG: strefa niezamrożonego gruntu)

W regionach wiecznej zmarzliny geosiatka, jako powszechnie stosowany materiał wzmacniający, napotyka na znaczne wyzwania w zakresie wydajności w sezonowych cyklach zamarzania i rozmrażania. Cykle zamarzania i rozmrażania powodują znaczną ekspansję i kurczenie się gleby, nasilając koncentrację naprężeń na styku gruntu i zbrojenia, co z kolei wpływa na ogólną wydajność mechaniczną systemu zbrojonego. Ta koncentracja naprężeń nie tylko osłabia długoterminową stabilność zbrojonych gleb, ale także przyspiesza degradację styku podczas rozmrażania zamrożonych gleb, co prowadzi do awarii konstrukcyjnej. Ponadto, ta degradacja wydajności nakłada wyższe wymagania na projektowanie, budowę i konserwację projektów w zimnych regionach, powodując jednocześnie znaczne koszty ekonomiczne i potencjalne zagrożenia bezpieczeństwa. W odpowiedzi na te wyzwania, rozwój nowych materiałów geosyntetycznych i zoptymalizowanych technologii projektowania wzmocnionych zboczy stał się ważnym tematem badawczym.

Jako reprezentatywne dla nowych technologii materiałowych, metamateriały o ujemnym współczynniku Poissona (NPR) stopniowo stały się gorącym punktem badań w inżynierii geotechnicznej ze względu na ich unikalne właściwości mechaniczne i elastyczność projektowania konstrukcji. Najbardziej zauważalną cechą metamateriałów NPR jest ich rozszerzalność boczna podczas rozciągania. Dzięki wyjątkowym właściwościom rozciągającym i mechanizmowi interfejsu mogą one sprostać ograniczeniom tradycyjnych geomateriałów pod względem wytrzymałości na rozciąganie, odporności na ścinanie i pochłaniania energii itp. Chociaż materiał ten sprawdza się doskonale w niektórych zastosowaniach inżynierskich, nadal napotyka wyzwania, takie jak wysokie koszty, długi okres produkcji i niejasne mechanizmy leżące u podstaw interakcji gleba-konstrukcja. Obecne badania koncentrują się głównie na stosowaniu metakotwic w celu wzmocnienia stabilności zboczy skalnych. Jednak właściwości mechaniczne innych metageosyntetyków, np. metageosiatki, w zimnym regionie nadal nie są dobrze poznane.