

Ocena ryzyka utraty stateczności skarp porośniętych roślinnością trawiastą w następstwie opadów deszczu

W obliczu nasilających się globalnych zmian klimatycznych, rosnąca częstotliwość i intensywność ekstremalnych opadów deszczu, prowadzą do coraz częstszej destabilizacji skarp. Zagrożenia te, przybierające formy od erozji powierzchniowej po płytkie osuwiska, niosą ze sobą wielopoziomowe skutki zarówno dla społeczności, jak i dla naturalnych ekosystemów. Seria poważnych katastrof wywołanych intensywnymi opadami deszczu, które miały miejsce w wielu zakątkach świata, ujawniła podstawowe słabości konwencjonalnych metod stabilizacji skarp w kontekście nasilających się ekstremów klimatycznych. W rezultacie, globalna społeczność inżynierów stoi obecnie przed krytycznym wyzwaniem, jakim jest zrównoważenie bezpieczeństwa konstrukcji z ochroną wartości ekologicznych w strategiach zabezpieczenia skarp. Cel ten stał się fundamentem współczesnych ram redukcji ryzyka katastrof.

Tradycyjne metody stabilizacji skarp, takie jak betonowe umocnienia i ściany oporowe, koncentrują się na szybkim zapewnieniu stabilności mechanicznej, ale powodują znaczne szkody ekologiczne. Takie podejście, skupione wyłącznie na wytrzymałości, prowadzi do degradacji roślinności i struktury gruntu, ogranicza bioróżnorodność, zaburza ciągłość krajobrazu oraz osłabia naturalne procesy regeneracyjne skarpy. Dla kontrastu, stabilizacja skarpy z zastosowaniem metod opartych na wzmocnieniu roślinnością – rozwiązanie zgodne z naturą – stanowi zrównoważoną alternatywę. Korzenie roślin zwiększają wytrzymałość gruntu poprzez wzmocnienie mechaniczne, a transpiracja dynamicznie reguluje jego wilgotność, tworząc samoregulujący się system stabilizacji hydro-mechanicznej. Tak rozumiana eko-inżynieria jest zgodna z rekomendacjami wydanymi przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatycznych, ang. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), które łączą efektywność finansową, pochłanianie dwutlenku węgla oraz odtwarzanie ekosystemów. Jednakże, pomimo znacznego potencjału, badania nad roślinnością trawiastą jako kluczowym elementem szybkiej stabilizacji skarp, pozostają niedostatecznie rozwinięte w porównaniu z badaniami dotyczącymi roślin drzewiastych. Stanowi to istotną lukę w zarządzaniu statecznością skarp, przystosowanym do zmian klimatycznych.

Projekt ma na celu wyjaśnienie, jak obecność roślinności trawiastej poprawia stabilność skarp dzięki trzem synergicznym innowacjom: **(1) Zrozumienie Mechanizmów:** Wieloskalowe eksperymenty ujawniają, jak korzenie roślin trawiastych stabilizują grunt na poziomie od mikro do makro, łącząc interakcje pomiędzy korzeniami a gruntem z destabilizacją skarpy; **(2) Zaawansowane Modelowanie Numeryczne:** Nowy model uwzględni zarówno wpływ wzmocnienia mechanicznego, jak i ewapotranspiracji na stateczność skarpy; **(3) Prognozowanie Ryzyka Oparte na Sztucznej Inteligencji:** algorytmy uczenia maszynowego, oparte na lokalnych danych dotyczących roślinności i klimatu, pozwolą stworzyć dynamiczne narzędzia oceny ryzyka, dostosowane do skarp pokrytych roślinnością trawiastą, wspierając opracowanie odpowiednich strategii ochrony.

W związku z tym, że zmiany klimatyczne powodują dezaktualizację dotychczasowo przyjętych rozkładów opadów, istnienie luk w wiedzy na temat zarządzania statecznością skarp w ujęciu zmian klimatu, stanowi zagrożenie zarówno dla infrastruktury jak i kondycji ekosystemów. Projekt łączy rozwiązania ekologiczne z nowatorskim podejściem geotechnicznym, proponując koncepcję transformacyjną, która łączy wieloskalową biomechanikę korzeni, zaawansowane modelowanie numeryczne oraz prognozowanie ryzyka oparte na sztucznej inteligencji. Poprzez zrozumienie mechanizmów wzmocnienia gruntu korzeniami, przeformułowanie kryteriów destabilizacji oraz opracowanie dynamicznego systemu oceny ryzyka, projekt ma na celu zapoczątkowanie proaktywnego i dostosowanego do zmian klimatycznych sposobu zarządzania statecznością skarp, który będzie chronił życie, zachowywał ekosystemy oraz przyczyniał się do realizacji globalnych celów neutralności węglowej.