



Impaktowe wprowadzanie lanc, gwoździ i mikropali w grunt

Najczęstsze defekty skarp gruntowych to osuwiska. Przyczyny powstawania osuwisk skarp naturalnych i skarp uformowanych drogowych budowli ziemnych mogą być różne. Zazwyczaj są to mechanizmy powstawania typu antropogenicznego, to znaczy takie, których źródła wiążą się z działalnością człowieka. Człowiek zakłóca stosunki wodne na pewnym obszarze oraz wywołuje zjawiska parasejsmiczne (np. drgania komunikacyjne). Wymyśla również sposoby profilaktyki i sanacji tychże niekorzystnych następstw.

Wzmacnianie skarp podłoża i budowli gruntowych może następować w technologiach szybkich i wydajnych, lecz relatywnie drogich. Należą do nich techniki wzmacniania gruntów lancami (metalowymi żerdziami), gwoździ, mikropalami i kotwami gruntowymi. Jako pierwszą można przybliżyć czytelnikom technologię wstrzeliwania, czyli impaktowego wprowadzania w grunt gwoździ, lanc i kotew, która może być stosowana z równie dobrym skutkiem w wielu przypadkach wzmacniania gruntów i budowli gruntowych.

The Soil Nail Launcher (SNL), czyli miotacz gwoździ gruntowych to system

wzmacniania gruntów przy pomocy wbijanych metalowych gwoździ i lanc. Został on rozpowszechniony w USA, aczkolwiek jest oryginalnym opracowaniem brytyjskich sił zbrojnych. SNL jest odtajnionym narzędziem wojsk brytyjskich, które potrafi przyspieszyć stalowy pręt o długości 6 m i średnicy 0,46 m do prędkości około 320 km/h. Z taką właśnie prędkością gwoździe czy lancy wbijają się w grunt, a fala uderzeniowa tworzona na czubku powoduje, że cząsteczki gruntu odrzucane są na bok. Pręt wchodzi w grunt bez znacznych oporów. Cząsteczki gruntu następnie „zaciskają się” na przecie powodując w ten sposób zażdziwiająco wysoką wytrzymałość na wyciąganie. Główna tajemnica technologiczna, to rodzaj ładunku wybuchowego wywołującego falę uderzeniową oraz konstrukcja głowicy stanowiąca działo wyrzeliwujące. Siła konieczna do wyciągnięcia takiego pręta jest wiele razy większa niż w przypadku wbijanych pali bądź prętów.

Wstrzeliwanie jest możliwe dla prawie każdego typu prętów, zwanych niekiedy lancami. Można używać pełnych stalowych prętów, pali powlekanych i pali pustych w środku, które pełnią funkcję drenów oraz zapewniają dodatkową wytrzy-

małość na rozciąganie. Pali mogą być również galwanizowane. Można również pompować zaprawę cementową przez drążony pal zwiększając w ten sposób wytrzymałość skarpy. Głowice pali można uzbroić siatką lub płytami i powlec betonem natryskiwanym. SNL jest przeważnie montowany na koparce (fot. 1). Może być też montowany na innym pojeździe lub na ramieniu wysięgnika pojazdu o innym przeznaczeniu. SNL waży około dwóch ton, co czyni go urządzeniem przenośnym i zdolnym do łatwego przewozu.

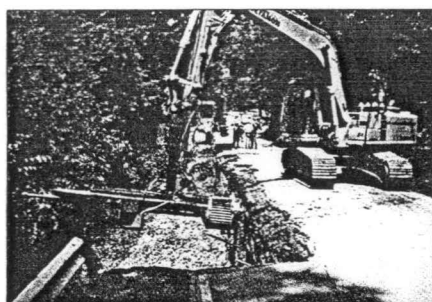
Najsukuteczniejsze zastosowanie tej technologii jest możliwe w miejscach, gdzie szerokość skarp musi zostać ograniczona – wówczas stosuje się „nakłuwanie” górnej części skarp prętami. W ten sposób zapobiega się rozpadowi skarpy. Jednocześnie zabezpiecza się koronę bez konieczności korekty wymiarów przekroju całego nasypu. Uzyskuje się wówczas redukcję kosztów nawet o 75 proc. w stosunku do tradycyjnych napraw, pod warunkiem jednak posiadania sprzętu SNL we względnie bliskiej odległości.

W miejscach, gdzie teren zaczyna się osuwać, grunt może być „nakłuwany” w stanie nienaruszonym – redukuje się tym samym siłę powodującą zsuw. Wstrzeliwane stalowe pręty mogą być puste w środku i pełnić podwójną funkcję jako poziome dreny. Zestawy poziomych drenów osuszają skarpy, a tym samym wzmacniają ją. Pręty te stanowią poziome rury, które jednocześnie zapewniają znaczący wzrost wytrzymałości na rozciąganie w dolnych fragmentach skarpy. Wstrzeliwane gwoździe ziemne mogą być też wykorzystane do tymczasowego podtrzymywania skarp pionowych. Dzięki nim zyskuje się wiele dni, a nawet tygodni w harmonogramie robót.

Gwoździe wstrzeliwane działają natychmiast – bez oczekiwania na związanie betonu. Także wykonywanie tych



Fot. 1. Koparka z zamontowaną głowicą (działem) miotacza gwoździ (lanc) gruntowych.



Fot. 2. Odbudowa zniszczonej ściany oporowej przy pomocy SNL



Fot. 3. Lance gruntowe przygotowane do wiązania oczepowego.



Fot. 4. Wzmacnianie geosyntetykami „zasypek” odbudowywanego muru.



Fot. 5. SNL na podwoziu koparki podczas pracy na „czynnym” osuwisku skarpy drogi.



Fot. 6. Osuwisko skarpy drogowej w fazie początkowej.



Fot. 7. Wstrzeliwanie gwoździ w czoło skarpy osuwiskowej.



Fot. 8. Ściana przyporowa z betonu natryskowego.

gwoździ jest szybkie – do 13. sztuk w ciągu godziny. Wybieranie gruntu i wstrzeliwanie może odbywać się jednocześnie. Metoda ta może być stosowana,

gdy nie ma miejsca na sprzęt w budowlany mikropale wykonywane metodami tradycyjnymi. Metoda wstrzeliwanych mikropali została wykorzystana do wymiany zniszczonej ściany oporowej wykonanej ze wzmacnianiem geosyntetykami, w miejsce ściany oporowej kotwionej palami tradycyjnymi. Rozwiązaniem alternatywnym byłoby rozebranie całej skarpy – pociągnęłoby to jednak za sobą zniszczenie całej jezdni i zamknięcie drogi. Przy wykorzystaniu SNL utrzymano jeden pas drogi zapewniając jednocześnie bezpieczną pracę przy odbudowie ściany oporowej.

Inny przykład zastosowania SNL w USA to skuteczna sanacja osuwiska na drodze szybkiego ruchu. Droga nr 22 w Kentucky jest trasą o dużym natężeniu ruchu, bez możliwości objazdu, z przydrożnymi drzewami oraz gęstym uzbrojeniem nadziemnym. Osuwisko miało około 300 m. Na górze osuwiska widoczne były splekania.

Uwarunkowania otoczenia oraz względy komunikacyjne nie pozwalały na wykorzystanie tradycyjnych metod – takich jak pale wbijane, wymiana gruntu na mocniejszy, ściany oporowe – dlatego zastosowano SNL, który zatrzymał osuwanie się gruntu w ciągu dwóch dni – przy dużo mniejszych (w porównaniu z metodami tradycyjnymi) kosztach.

Na innej autostradzie wystąpiło osuwisko, którego klin odłamu sięgał przeciwległej krawędzi granicy drogi. Pobocze i bariera ochronna drogi zostały bezpośrednio zagrożone zawaleniem się. Skarpę wzmocniono gwoździami wstrzeliwanymi oraz ścianą z betonu natryskowego na stalowej siatce (fot. 8). Wykonanie całego projektu zajęło około 10 godzin i wymagało zamknięcia jednego pasa ruchu. Koszty tej operacji zawarły się poniżej połowy kosztów rozwiązań tradycyjnych, takich jak budowanie ścian oporowych, wzmacnianie palami oraz wymiana gruntu.

dr inż. KRZYSZTOF GRADKOWSKI

Opracowano na podstawie The Soil Nail Launcher Pamphlet of The Oregon State University oraz informacji ze strony internetowej <http://www.soilnaillauncher.com/>