

mgr inż. Jakub Sierant*

Zabezpieczenie zbocza Czantorii metodą gwoździowania

Poprawa infrastruktury drogowej związana z poszerzaniem lub zmianą klasy drogi pociąga za sobą konieczność rozwiązania wielu problemów geotechnicznych. Wynikają one zazwyczaj ze znacznej ingerencji w otoczenie gruntowe: korekta niwelety drogi wiąże się z wykonaniem wykopów i nasypów, poszerzenie odcinków wymaga nierazkro podcięcia istniejących zboczy itp. Problemy te pojawiają się niezależnie od rejonu kraju, w którym prowadzone są prace, i zawsze wymagają skutecznego rozwiązania, przy czym przez skuteczne należy w tym przypadku rozumieć kombinację:

- poprawności technicznej;
- pewności rozwiązania;
- kosztów;
- czasu potrzebnego na realizację.



Zbocze w trakcie gwoździowania

W aspekcie wzmocnienia nasypów, zabezpieczenia skarp i zboczy wymienione kryteria znakomicie spełnia **metoda gwoździowania gruntu** (zbrojenie wgłębne gruntu). Polega ona na wytworzeniu geokompozytowego materiału o lepszych parametrach wytrzymałościowych niż pierwotne parametry gruntowe. Dzięki temu możliwe jest m.in. wzmocnienie istniejących nasypów drogowych bez konieczności ich klasycznej przebudowy oraz formowanie w pełni bezpiecznych skarp o znacznym pochyleniu. Metoda gwoździowania pozwala często wykorzystać słabszej jakości materiał gruntowy jako budulec, ograniczając tym samym znacznie zakres prac ziemnych, np. wymianę gruntu, rozbiórkę i formowanie nasypów. Wpływa również na obniżenie kosztów i skrócenie czasu realizacji, zwłaszcza w przypadkach, w których dotychczas stosowano masywne konstrukcje oporowe.

Idea gwoździowania gruntu jest znana od kilku dziesięcioleci, jednak dopiero rozwój odpowiednich technologii pozwolił na pełne wykorzystanie jej zalet i możliwości. W przypadku gwoździowania, jako metody zbrojenia gruntu, najistotniejsza jest efektywność zespolenia gwoździ z gruntem – im jest ona

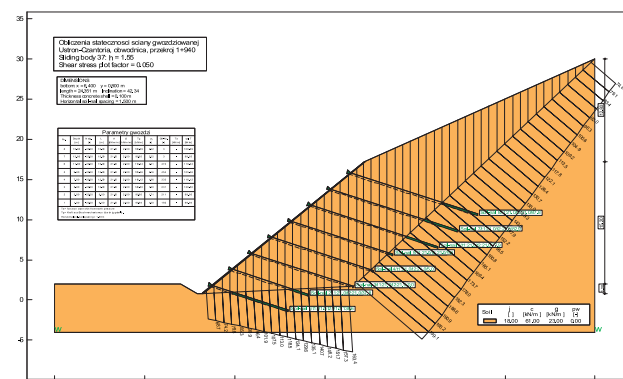


Zbocze po zakończeniu prac

wyższa, tym formowany geokompozyt bardziej jednorodny (monolityczny), a wzrost parametrów wytrzymałościowych wyraźniejszy. Dlatego też zastosowanie odpowiedniej technologii decyduje o efekcie końcowym zabiegu. Należy jasno powiedzieć, że powszechne do niedawna (a i obecnie niestety jeszcze stosowane) technologie gwoździowania z wykorzystaniem prętów żebrowanych, osadzanych w wywierconych uprzednio, orurowanych otworach, są w dobie tzw. *self-drilling soil nails* (wiercenie z jednoczesną iniekcją przy użyciu zestawu traconych elementów pełniących następnie funkcję zbrojenia gwoździ) anachronizmem.

Przewaga nowej technologii TITAN – dwukrotnie wyższa nośność (efektywność!) czy dwu-, trzykrotnie większa wydajność montażu (czas realizacji!) – sprawia, że z ekonomicznego i technicznego punktu widzenia powrót do gwoździ z prętów żebrowanych jest nieuzasadniony.

Zarówno projektanci, jak i wykonawcy oraz inwestorzy docenili nową technologię gwoździowania, o czym świadczy dynamiczny wzrost realizacji w ciągu ostatnich 3 – 4 lat. Doskonałym przykładem jest zabezpieczenie zbocza Czantorii, podciętego w trakcie budowy obwodnicy Ustronia.



Model obliczeniowy zabezpieczenia skarpy

(dokończenie na str. 121)

* TITAN Polska Sp. z o.o.

sprzedaży odnotowano w 12 województwach (przed rokiem – w 13), przy czym największy w przedsiębiorstwach z siedzibą na terenie województwa: dolnośląskiego – o 18,9% (przed rokiem wzrost o 19,5%), warmińsko-mazurskiego – o 14,6% (wzrost o 8,1%), zachodniopomorskiego – o 13,1% (wzrost o 9,4%), podkarpackiego – o 12,4% (wzrost o 11,3%) i kujawsko-pomorskiego – o 9,9% (wzrost o 8,2%). Spadek sprzedaży odnotowano w województwie świętokrzyskim – o 50,5% (wobec spadku przed rokiem o 1,7%, wynikającego ze zmian organizacyjnych), lubelskim – o 13,8% (wzrost o 22,5%) i wielkopolskim – o 2,2% (spadek o 4,7%). Wzrostowi przychodów ze sprzedaży wyrobów i usług towarzyszył także wzrost (o 2,0%, wobec spadku przed rokiem o 1,0%) przeciętnego zatrudnienia w przedsiębiorstwach budowlanych, odnotowany w 13 województwach. Największy wzrost wystąpił w firmach z siedzibą na terenie województwa: warmińsko-mazurskiego – o 6,4% (przed rokiem wzrost o 0,8%), podlaskiego –

o 6,0% (przed rokiem spadek o 6,3%), pomorskiego – o 5,5% (spadek o 2,5%), wielkopolskiego i lubuskiego – po 4,8% (przed rokiem spadek o 1,8% i o 3,8%) oraz dolnośląskiego i łódzkiego – po 4,4% (przed rokiem spadek o 3,1% i wzrost o 2,9%). Spadek przeciętnego zatrudnienia odnotowano w województwie świętokrzyskim – o 12,3% (przed rokiem wzrost o 2,0%), podkarpackim – o 2,7% (spadek o 3,8%) i małopolskim – o 1,6% (wzrost o 2,5%).

W marcu br., wg wstępnych danych, **wskaźnik ogólnego klimatu koniunktury** w budownictwie kształtował się na poziomie dodatnim, wyższym niż w lutym i w analogicznym miesiącu ostatnich czterech lat. O sytuacji tej zdecydowały korzystne, znacznie lepsze niż przed miesiącem prognozy. Ograniczenie portfela zamówień na roboty budowlane było znacznie mniejsze niż przed miesiącem, chociaż nadal ograniczana jest produkcja budowlano-montażowa. W najbliższych trzech miesiącach przewidywany jest wzrost portfela zamówień na roboty budowlano-

montażowe w skali większej niż prognozowano przed miesiącem. Oczekiwania związane z produkcją oraz prognozy dotyczące sytuacji finansowej przedsiębiorstw są optymistyczne, również korzystniejsze od ocen z lutego.

Marcowe badania koniunktury wskazują na nieznaczny wzrost nakładów inwestycyjnych w budownictwie w stosunku do nakładów poniesionych w 2005 r. Nadal zwiększa się zainteresowanie leasingiem.

W marcu br. do największych barier w prowadzeniu działalności budowlanej przedsiębiorstwa zaliczają m.in. warunki atmosferyczne oraz konkurencję ze strony innych firm. W porównaniu z marcem ub. roku najbardziej spośród wszystkich utrudnień wskazywanych przez przedsiębiorstwa wzrosła dotkliwość niedoboru wykwalifikowanych pracowników oraz warunków atmosferycznych, zmalały natomiast m.in. trudności związane z niedostatecznym popytem oraz z uzyskaniem kredytu.

mgr Janusz Kobylarz
Główny Urząd Statystyczny

Zabezpieczenie zbocza Czantorii...

(dokończenie ze str. 98)

Podczas prowadzenia prac wykonany został przekop drogowy głębokości 15 m i nachyleniu skarpy 40 – 50°. Przy tak, wydawałoby się, niewielkim nachyleniu, stateczność skarpy wykształconej w utworach fliszowych wymagała poprawy. Na skarpie uwidoczniły się procesy pęcznienia warstwy pokrywy zwietrzelinowej oraz początki głębszych ruchów masowych. Z uwagi na ograniczenia terenowe i własnościowe nie było możliwości złagodzenia nachylenia skarpy. Zdecydowano się zapewnić stateczność skarpy przez zastosowanie **gwoździ gruntowych TITAN**. Przy tworzeniu projektu zabezpieczenia wykorzystano odsłoniętą skarpe do ustalenia rzeczywistych parametrów masywu gruntowego, uwzględniając stan masywu skalnego – orientację przestrzenną pakietów łupkowo-piaskowcowych oraz stan i orientację przestrzenną powierzchni nieciągłości – spękań, szczelin itp. Jako parametry wyjściowe do obliczeń stateczności przyjęto: $\gamma = 23,2 \text{ kN/m}^3$; $\phi = 18^\circ$; $c = 33 \text{ kPa}$. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Wodnej z 2 marca 1999 r., obliczenia stateczności przeprowadzono metodą pasków – Janbu. Wartość współczynnika stateczności wyniosła 1,05 – 1,20. Uzyskane wyniki obliczeń potwierdziły możliwość wystąpienia utraty stateczności skarpy w pewnych rejonach. Ocena stateczności skarpy w stanie naturalnym wykazała ponadto, że współczynnik stateczności jest mniejszy od wartości minimalnej 1,50, wymaganej rozporządzeniem. Zakres gwoździowania niezbędnego do uzyskania właściwych współczynników stateczności ustalono w drodze modelowania numerycznego. Obliczenia prowadzono, modyfikując długości oraz rozstaw gwoździ w celu uzyskania wymaganego współczynnika sta-

teczności. Ustalono, że **zabezpieczenie zostanie wykonane z zastosowaniem gwoździ TITAN 40/16**, rozmieszczonych na siatce o oczkach 2,0 x 1,5 m (rozstaw pionowy i poziomy). Długość gwoździ, w zależności od geometrii wykopu i ich układu na skarpie, wynosiła 9, 12 lub 15 m. Łącznie zaprojektowano i wykonano ~ 7000 mb gwoździ. W obliczeniach wykorzystano wszystkie aspekty teorii gwoździowania gruntu, uwzględniając parametry wytrzymałościowe gwoździ (nośności) oraz efekt wzmocnienia masywu gruntowego w postaci dodatkowej kohezji. Dla przyjętego modelu gruntowego oraz typu zastosowanych gwoździ wzrost kohezji wynosił 28 kPa. Zaprojektowany układ gwoździ gruntowych zabezpieczył stateczność ogólną podciętego zbocza z zachowaniem zapasu bezpieczeństwa wymaganego obowiązującym prawem oraz stanowił podstawę do zamocowania zabezpieczeń powierzchniowych. W celu zapewnienia stateczności przypowierzchniowej lico skarpy pokryto geosyntetykiem przestrzennym połączonym z siatką gwoździ gruntowych. Odpowiednią estetykę powierzchni skarpy zapewniono przez wykończenie „na zieleno”, z zastosowaniem biowełniny. Pierwsza zieleń pojawiła się po ok. dwóch tygodniach od zakończenia prac, zaś wszystkie opisane prace zabezpieczające wykonano w ciągu ok. czterech tygodni.

Przedstawiona realizacja ukazuje fragment możliwości, jakie daje metoda gwoździowania wg systemu TITAN. Jej uniwersalność, łatwość stosowania i potwierdzona skuteczność sprawiają, że w błyskawicznym tempie znalazła uznanie i pewne miejsce w polskich inwestycjach drogowych.

mgr inż. Jakub Sierant