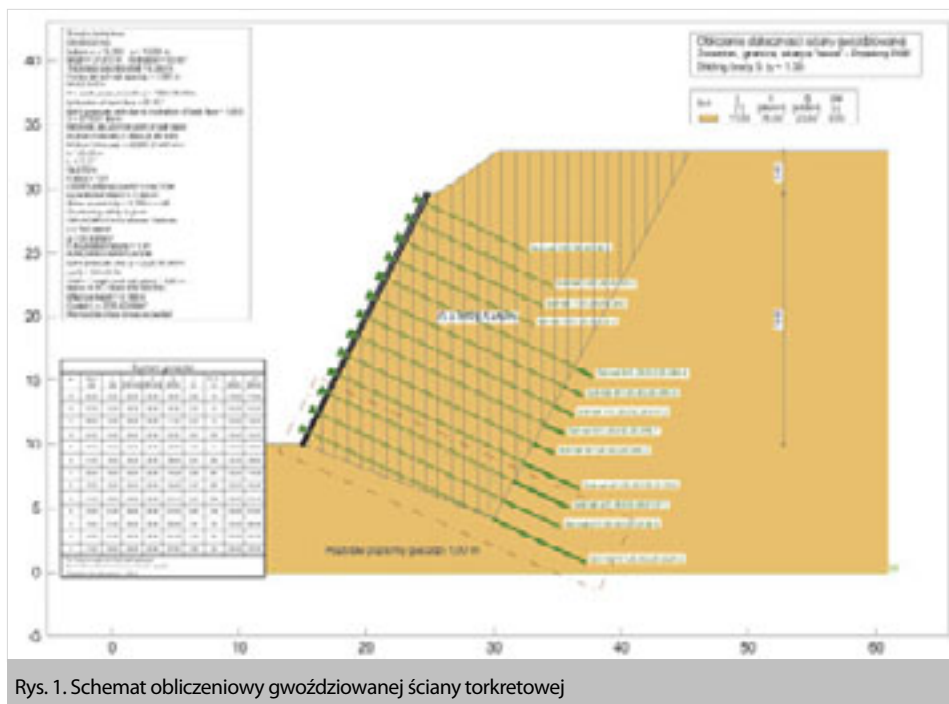


System TITAN w drogownictwie

Warunki gruntowe południowej Polski związane z fliszem karpackim sprawiają, że modernizacja i rozwój infrastruktury drogowej w tym rejonie kraju napotykać często specyficzne problemy geotechniczne, wynikające z bardzo dużej niejednorodności maszyn fliszowych. Duża zmienność warunków gruntowych powoduje, że predykcja warunków geotechnicznych i zachowania podłoża gruntowego w trakcie realizacji inwestycji obciążona jest znaczącą niepewnością. W konsekwencji, nierzadko rzeczywiste warunki gruntowe uniemożliwiają realizację zadania wg pierwotnego projektu. Problemy te dotyczą w głównej mierze zagadnień stateczności nasypów i wykopów, podcinanych zboczy, a także zboczy rumowiskowych. Sygnalizowane zjawiska związane są zarówno z największymi realizowanymi obecnie na południu kontraktami np. prze-



Fot. 1. Widok skarpy gwoździowanej po zakończeniu robót-obwodnica Ustronia



Rys. 1. Schemat obliczeniowy gwoździowanej ściany torkretowej

budową „Zakopianki” czy budową „ekspresówki” Żywiec–Zwardoń, jak i istniejącymi drogami krajowymi i powiatowymi, niszczoneymi przez procesy osuwiskowe i rumowiskowe. Niezależnie od skali zjawiska, dysponując wiedzą i doświadczeniem z zakresu geologii i geotechniki oraz potężnym narzędziem w postaci systemu TITAN, jesteśmy w stanie dostarczyć skutecznych i w pełni bezpiecznych rozwiązań dla każdego problemu.

System TITAN to narzędzie oferujące niespotykane dotąd możliwości w dziedzinie zabiegów geotechnicznych, zwłaszcza w słabych ośrodkach gruntowych. System stanowi kompletną, spójną całość obejmującą część materiałową i technologiczną, służącą do wykonywania iniekcyjnych mikropali, kotew i gwoździ grun-

towych. Wyjątkowość systemu polega na wierceniu otworów (np. dla gwoździ gruntowych) z jednoczesną iniekcją. To usprawnienie technologiczne ma pierwszorzędne znaczenie w przypadku tak niejednorodnych ośrodków gruntowych jak masywy fliszowe. W jego efekcie w trakcie wykonywania konkretnych elementów, np. gwoździ gruntowych, osiąga się efekt wzmocnienia, poprawy parametrów samego górotworu; w wyniku iniekcji wszystkie spękania, szczeliny i pustki w strefie przyotworowej wypełniane są zaczynem cementowym. Prowadzi to do zeskalenia, petryfikacji rozluźnionych, spękanych masywów fliszowych, znacząco podnosząc parametry wytrzymałościowe takiego ośrodka. Efekt ten widoczny jest zwłaszcza przy zabezpieczeniach opartych na gwoździowaniu gruntu.



Fot. 2. Materiał fliszowy wysypujący się spomiędzy pseudo-gwoździ



Fot. 3. Widok dwóch skarp po zakończeniu robót, droga ekspresowa S-69, odc. D2

wanie ośrodka gruntowego – nie występuje. W efekcie rozluźniony, spękany materiał łupkowo-piaskowcowy osuwa się spomiędzy pseudogwoździ. Dopiero wykorzystanie technologii TITAN ukazuje ogromne możliwości metody gwoździowania gruntu, nawet tak kłopotliwego jak flisz karpacki. Technologia gwoździ gruntowych TITAN jest najczęściej wykorzystywana w inżynierii komunikacyjnej w kilku sytuacjach.

Wykonywanie zabezpieczeń ścian głębokich wykopów

W przypadku gdy zachodzi konieczność poprowadzenia drogi w głębokim wykopie o stromych ścianach, jedyną możliwością zabezpieczenia jego ścian jest wykonanie wykopu metodą TOP-DOWN. Ściany wykopu są formowane etapami: wykonanie wykopu o głębokości ok. 1,5 m,

Gwoździowanie gruntu

Gwoździowanie jest ideą wgłębnego zbrojenia gruntu. Polega na wykorzystaniu materiału gruntowego i przetworzeniu go przy użyciu gwoździ gruntowych na materiał geokompozytowy o znacznie większej wytrzymałości niż sam grunt. Pierwotnie (ok. 20-30 lat temu) jako gwoździe gruntowe stosowane były pręty żebrowane wbijane w grunt. W praktyce to podejście okazało się wystarczające przy ośrodkach jednorodnych, np. skarpach piaskowych. Rzeczywistość fliszu karpackiego zweryfikowała dotkliwie próby gwoździowania z wykorzystaniem prętów żebrowanych osadzonych w otworach wypełnionych zaczynem cementowym. Trudności z utrzymaniem statecznego, drożnego otworu i ograniczony zasięg iniekcji sprawiają, że podstawowy dla gwoździowania gruntu warunek – zmonolityzo-

Rys. 2. Wizualizacja skarpy – droga ekspresowa S-69, odc. C1





Fot. 4. Ściana gwoździowana w trakcie realizacji, droga ekspresowa S-69, odc. C1

wykonanie gwoździ gruntowych, wykonanie zabezpieczenia lica ściany, odkopanie kolejnej warstwy. Cały proces powtarza się do osiągnięcia żądanej głębokości. Gwoździe gruntowe zapewniają stateczność ogólną układu, formując monolityczny, geokompozytowy „mur oporowy”. Jako zabezpieczenie lica ściany, w zależności od warunków gruntowych i geometrii, wykopu stosuje się najczęściej beton natryskowy, panele żelbetowe lub panele wylewane *on-site* na skarpie, czy też siatki stalowe wysokiej sztywności (Geobrug). Największe w Polsce ściany gwoździowane wykonano w technologii TITAN przy budowie DE S-69 Żywiec–Zwardoń. Na odcinku D2 tej drogi zabezpieczono 3 ściany o nachyleniu $\sim 70^\circ$, przy wykopie głębokości rzędu 15–24 m. Długości zastosowanych gwoździ zawierały się w przedziale 9–24 m. Łączna długość wykonanych gwoździ TITAN 40/16 i TITAN 30/11 to $\sim 30\ 000$ mb. Jako zabezpieczenie lica ściany wykorzystano barwiony torkret.

W trakcie realizacji jest kolejna ściana gwoździowana, zlokalizowana na odcinku C1 wspomnianej drogi. Zabezpiecza ona wykop o głębokości ~ 18 m. Nachylenie ściany wynosi $\sim 70^\circ$. Sumaryczna długość gwoździ przewidzianych do wykonania wynosi ok. 15 000 mb. Typ gwoździ TITAN 30/11 i 40/16. Do zabezpieczenia lica wykonywane są panele żelbetowe formowane na skarpie.

Zabezpieczenie stateczności podcinanych zboczy

W przypadku wykonywania skarp o mniejszym nachyleniu (zazwyczaj do $45\text{--}55^\circ$) do zapewnienia stateczności ogólnej wykorzystuje się gwoździe TITAN, natomiast lico skarpy zabezpiecza się w technologii elastycznej z wykorzystaniem siatek stalowych i biowłóknin, rzadziej geosyntetyków przestrzennych. Rozwiązanie to pozwala na zazielenienie powierzchni zabezpieczanej skarpy i osiągnięcie znakomitego efektu estetycznego – wkomponowania zabezpieczeń w naturę. Przykładem takiej realizacji jest zabezpieczenie zbocza Czantorii, podciętego w trakcie budowy obwodnicy Ustronia. Stateczność zapewniono gwoździami TITAN 40/16 (sumaryczna długość ~ 7000 mb), lico skarpy zabezpieczono geosyntetykiem przestrzennym i biowłókniną. W trakcie tej realizacji wykorzystano unikalną cechę systemu TITAN – możliwość zastosowania lekkiego sprzętu wiertniczego, co dało możliwość wykonywania gwoździ na wysokości ok. 17 m powyżej poziomu roboczego.

Zabezpieczanie osuwisk

Przy zabezpieczaniu osuwisk wykorzystuje się niemal wszystkie zalety systemu TITAN – możliwość pracy w trudnym terenie (lekki sprzęt) oraz doskonałe efekty gwoździowania.

Pomysłem absolutnie wyjątkowym, stworzonym z myślą o osuwiskach są gwoździe drenujące. Ta technologia, testowana obecnie w kraju, pozwala na połączenie zalet gwoździ gruntowych – jako elementu zbrojącego, wzmacniającego – z funkcją drenażu. Gwoździe drenujące wykonywane są z zastosowaniem standardowych elementów systemu TITAN. Do iniekcji wykorzystuje się specjalną mieszankę cementową, która powoduje powstanie porowatej struktury kamienia cementowego z zachowaniem ok. 95% wytrzymałości klasycznej buławy iniekcyjnej. Porowatość efektywna buławy gwoździ drenujących w połączeniu z rozstawem gwoździ daje możliwość skutecznej, szybkiej redukcji ciśnienia porowego w strefie poślizgu.



Fot. 5. Skarpa w trakcie gwoździowania – obwodnica Ustronia

Zabezpieczanie zboczy rumowiskowych

W terenach górskich często drogi i ich użytkownicy narażeni są na upadki odłamków, okruchów skalnych (czasem o masie 2–3 ton). Do zabezpieczenia tego typu zboczy stosuje się gwoździe skalne w połączeniu z siatkami stalowymi o wysokiej wytrzymałości (TECCO). Z uwagi na dynamizm zjawiska zarówno siatka, jak i mocujące ją gwoździe muszą gwarantować odpowiednią wytrzymałość, jak i długowieczność.

Przedstawione w artykule przykłady zastosowań systemu TITAN to jedynie wycinek możliwości, jakie to narzędzie daje projektantom. Gwoździowanie gruntu staje się z roku na rok coraz popularniejsze. To wydajna i ekonomiczna metoda skuteczna w wielu sytuacjach. Do jej niewątpliwych zalet zaliczyć trzeba możliwość formowania ścian (zabezpieczania skarp) o dowolnej geometrii – z lukami, narożnikami itp., oraz zgodność z tzw. projektowaniem interaktywnym. Oznacza to, że projekt gwoździowania można na bieżąco dostosowywać do faktycznie napotykanym warunków gruntowych. Dzięki temu stworzone rozwiązanie będzie w pełni bezpieczne i zoptymalizowane pod kątem kosztów. Gwoździowanie w połączeniu z technologią mikropali i mikropali kotwiących TITAN pozwala znaleźć skuteczne i ekonomiczne rozwiązanie każdego niemal zagadnienia geotechnicznego. ●

autor

mgr inż. Jakub Sierant
TITAN POLSKA Sp. z o.o.

TITAN POLSKA

PARTNER
FRIEDR. ISCHBECK GMBH

System iniecyjnych mikropali, kotew i gwoździ gruntowych



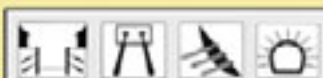
- Zabezpieczanie skarp i zboczy
- Stabilizacja osuwisk
- Zabezpieczanie ścian głębokich wykopów
- Wzmacnianie i stabilizacja nasypów
- Wzmacnianie fundamentów, fundamenty specjalne



Technologia **TITAN** posiada aprobatę IBDIM oraz ITB do zastosowań trwałych oraz tymczasowych



TITAN POLSKA sp. z o.o. 30-133 Kraków, ul. Lea 210
Tel./ Fax. +48 12 636 61 62 Tel. kom. +48 602 395 859
e-mail: biuro@titan.com.pl www.titan.com.pl



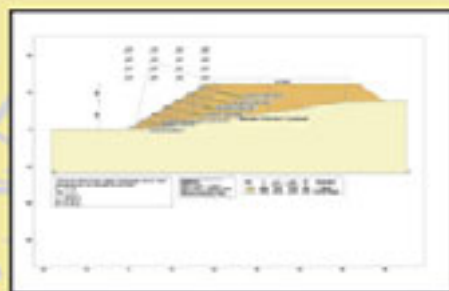
TITAN

Iniecyjne mikropale,
kotwy i gwoździe gruntowe

- sprzedaż materiału
wraz z dostawą na wskazane miejsce



- doradztwo projektowe



- doradztwo techniczne



- próbne obciążenia

