

Zabezpieczanie skarp przez gwoździowanie – przewodnik dobrego wykonawstwa

tekst: NATALIA MACA, Titan Polska Sp. z o.o., zdjęcia: TITAN POLSKA Sp. z o.o.

W obecnym okresie wysokiego natężenia inwestycji drogowych warto przypomnieć zasady dobrych praktyk wykonawstwa skarp gwoździowanych, których przestrzeganie pozwala na sprawną realizację prac przy zachowaniu wysokich standardów jakościowych.



Ryc. 1. Skarpa pogłębiona do czterech poziomów roboczych, gwoździe poziomów wyższych instalowane w jednym etapie bez jednoczesnej instalacji oblicowania i drenażu, w wyniku czego doszło do osunięć gruntu

Wraz z ciągłym dążeniem do najniższej ceny i najkrótszych terminów – jak pokazuje doświadczenie – rutyna doprowadza często do problemów realizacyjnych, awarii i w końcu kosztownych interwencji naprawczych, czemu można z powodzeniem zaradzić, stosując się do kilku prostych reguł.

1. Kompletny projekt

Podstawą wykonania bezpiecznego, trwałego i estetycznego zabezpieczenia skarpy jest projekt wraz ze specyfikacją techniczną, będącą bodaj najważniejszym dokumentem kontraktowym. Należy w tym miejscu zaznaczyć, że na konstrukcję gwoździowaną składają się nie tylko gwoździe

gruntowe, ale również integralnie z nimi połączone oblicowanie i system odwodnienia [1]. Kompetentnie opracowany projekt powinien zatem opisywać wszystkie te elementy wraz ze szczegółowym objaśnieniem etapowania prac i reżimów technologicznych oraz zasad prowadzenia kontroli prac i monitoringu.

Specyficzną cechą projektów zabezpieczeń skarp jest też ich adaptacyjny charakter – rozwiązanie nie powinno być traktowane jako zamknięte właściwie aż do momentu zakończenia realizacji prac. Wraz z odsłanianiem kolejnych warstw wykopu należy w sposób ciągły dokonywać oceny warunków i rewizji projektu [2].



Ryc. 2. Gwoździ gruntowy samowierzący wiercony prawdopodobnie bez płuczki cementowej i z nieprawidłowo wykonaną iniekcją wtórną (trzon iniekcyjny o średnicy znacznie mniejszej niż koronka wiertnicza)



Ryc. 3. Niepoprawnie dobrane i wykonane oblicowanie – siatka stalowa o wysokiej odkształcalności nie pozwala na właściwe opięcie czoła skarpy, co skutkuje powstawaniem i eskalacją zsuwów powierzchniowych

2. Zasady poprawnej realizacji prac

2.1. Kolejność robót i reżimy technologiczne

Konstrukcję z gruntu gwoździowanego formuje się zazwyczaj etapami, systemem *top – down* – od szczytu do podstawy. Na każdy etap składa się: wykonanie wykopu do głębokości poziomu roboczego (zależnie od gruntu i geometrii skarpy), wykonanie gwoździ gruntowych danego poziomu i ewentualnie drenażu oraz zamocowanie oblicowania. Dopiero po wykonaniu wszystkich tych elementów dopuszczalne jest pogłębianie wykopu. Czas pomiędzy odsłonięciem skarpy a instalacją zabezpieczenia powinien być jak najkrótszy, jednak głębienie kolejnych poziomów roboczych może odbywać się dopiero po uzyskaniu przez gwoździe gruntowe odpowiedniej wytrzymałości.

Niestety, presja terminu często prowadzi do sytuacji, w których takie następstwo działań jest zaburzone. Skarpa zostaje zagwoździowana (albo i nie), ale nieodwodniona i niezabezpieczona powierzchniowo. Takie działanie przyczynia się do erozji gruntu, pogorszenia parametrów geotechnicznych w stosunku do przyjętych w projekcie, a w końcu do uruchomienia zsuwów gruntowych o coraz większym zasięgu (ryc. 1).

2.2. Instalacja gwoździ gruntowych

Gwoździe gruntowe wykonywane są w jednej z dwóch technologii: z przewiertem wstępnym lub samowierzącej. Zaletą pierwszej jest konkurencyjna cena materiału, ale prace wiertnicze (generalnie) należy prowadzić z rurami osłonowymi oraz wykonać iniekcję wtórną, co przekłada się na uciążliwość i czasochłonność, a jakiegokolwiek zaniedbanie dramatycznie obniża nośność i trwałość gwoździ gruntowych. Elementy samowierzące formowane są natomiast iniekcyjnie, z zastosowaniem wiercenia bez rurowania, pod osłoną płuczki cementowej, co jest znacznie prostszym, wydajniejszym i pewniejszym rozwiązaniem, choć i tutaj zdarzają się błędy (ryc. 2).

Należy podkreślić, że chociaż obie metody są dopuszczalne zazwyczaj jako alternatywne, to nie można ich traktować jako równoważne i stosować wymiennie. Norma [1] precyzuje wymagania dotyczące wykonawstwa, materiału zbrojenia i ochrony antykorozyjnej indywidualnie dla każdej z tych technologii, zatem zapisy te należy traktować jako nierozdzielny pakiet. Oznacza to, że chcąc uzyskać ten sam poziom bezpie-

czeństwa nie można dokonywać samowolnej zmiany jednego aspektu technologii bez jednoczesnej zmiany pozostałych (np. zmiana metody formowania pociąga za sobą zmianę średnicy wiercenia).

2.3. Instalacja systemu oblicowania

Oblicowanie często traktowane jest jedynie jako kłopotliwy dodatek do gwoździ gruntowych, podczas gdy jest integralnym elementem konstrukcyjnym. Odpowiednio dobrana siatka stalowa zabezpiecza przed utratą stateczności przypowierzchniowej, przenosi częściowo parcie gruntu na gwoździe i zapewnia ich współpracę. Oblicowanie elastyczne powinno charakteryzować się odpowiednią wytrzymałością, ale też małą odkształcalnością, co ogranicza pełzanie, a także zapewnia ścisłe przyleganie warstwy wegetacyjnej do stałego podłoża, gwarantując szybkie zazielenienie nawet w trudnych warunkach.

Zasady prawidłowej instalacji systemu oblicowania podane są przez producentów, np. [3], warto jednak przywołać kluczowe aspekty. Otóż oblicowanie aktywne działa jedynie po odpowiednim napięciu siatki na głowicach gwoździ i przy połączeniu płacht (rolek) siatki zapewniającym uzyskanie



Ryc. 4. Skarpa gwoździowana ze znaczącymi deformacjami powstałymi wskutek niekontrolowanego nawodnienia (widoczne wycieki wody gruntowej) przy braku systemu monitoringu i stosownej interwencji



Ryc. 5. Prawidłowo zrealizowana skarpa gwoździowana, widoczne różne etapy rozwoju traw, na górnych poziomach gwoździe gruntowe całkowicie ukryte w warstwie roślinnej

jednolitej wytrzymałości obliczania w caliznie (konsekwencje pominięcia tych działań przedstawiono na rycinie 3).

2.4. Drenaż

Większość awarii i katastrof budowlanych w geotechnice związana jest z działalnością wody. W przypadku zabezpieczania skarp uregulowanie stosunków wodnych ma krytyczny wpływ na ich stateczność, a także koszty utrzymania i estetykę. System odwodnienia powinien obejmować odwodnienie powierzchniowe, przechwytyjące i odprowadzające wody opadowe poza skarpe (umocnione i uszczelnione ścieki korytkowe wzdłuż podstawy i ponad koroną skarpy) oraz drenaż wgłębny (poziome dreny wiercone), którego celem jest szybkie usunięcie wód nieprzechwyconych przez drenaż powierzchniowy i zasilających teren infiltracyjnie.

Bezpodstawna rezygnacja z któregoś elementu lub zmiana technologii (np. rury perforowane zamienione na taśmy drenażowe) skutkują zmniejszeniem skuteczności odwodnienia, pogarszając istotnie warunki stateczności skarpy.

3. Nadzór, badania i monitoring

Skarpy gwoździowane, podobnie jak wszystkie konstrukcje geotechniczne, są obarczone znacznym ryzykiem wynikającym z charakteru gruntu jako materiału konstrukcyjnego oraz braku dostępu do konstrukcji po jej wykonaniu. W związku z tym nadzór, kontrola jakości – w tym próbne obciążenia gwoździ gruntowych – oraz monitoring są szczególnie istotne. Działania te są szczegółowo opisane w normach [1, 4, 5], jednak w tym miejscu, ze względu na powszechność zaniedbywania kwestii kontroli jakości, sformułować należy kilka uwag.

Przede wszystkim, monitoring stanowi właściwie jedyny sposób na wczesne rozpoznanie niekorzystnych zjawisk i podjęcie stosownej interwencji dla wyeliminowania potencjalnych zagrożeń przed aktywacją ruchów masowych. Kluczem do tego jest właściwy projekt, obejmujący wskazanie obserwowanych wielkości, ale też poziomów alarmowych, ścieżek postępowania i osób odpowiedzialnych. Brak systemu oceny i rozmycie decyzyjne powodują, że nawet mimo odnotowania np. znaczących przemieszczeń lub niespodziewanych sączeń zjawiska te będą eskalować, zagrażając bezpieczeństwu pracowników (ryc. 4).

4. Podsumowanie

Gwoździowanie jest najszybszym, najefektywniejszym i najbardziej estetycznym rozwiązaniem stabilizacji skarp, a do wykorzystania tego potencjału wystarczy zachowanie kilku elementarnych, nierzadko niskokosztowych zasad poprawności wykonawczej (ryc. 5).

Literatura

- [1] PN-EN 14490:2010 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Gwoździe gruntowe.
- [2] Phear A. et al.: *Soil Nailing; Best Practice Guidance*. London 2005.
- [3] Cała M. et al: *System stabilizacji skarp Tecco® oraz metoda wymiarowania Ruvolum®*. Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii. Kraków 2012.
- [4] prEN ISO 22477-6 T1 *Geotechnical Investigation and testing*.
- [5] PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7. *Projektowanie geotechniczne*. Cz. 1. *Zasady ogólne*.



Więcej na www.titan.com.pl