

mgr inż. Sergiusz Piasecki\*

# Stabilizacja gruntu spoiwami hydraulicznymi

**N**owoczesne budownictwo drogowe charakteryzuje się coraz krótszymi terminami realizacji robót, co pociąga za sobą konieczność prowadzenia prac w różnych warunkach atmosferycznych i pogodowych. Bardzo istotną rolę odgrywa również czynnik ekonomiczny, dlatego też inwestorzy i wykonawcy zmuszeni są do poszukiwania alternatywnych rozwiązań technologicznych o odpowiedniej jakości oraz zapewniających skrócenie czasu realizacji inwestycji. Często zdarza się, że trzeba poprawić właściwości geotechniczne gruntu stanowiącego podbudowę dróg.

## Cel stabilizacji

Proces ulepszania polega na doprowadzeniu do zmniejszenia wskaźnika plastyczności czy wilgotności optymalnej lub modyfikacji frakcji ilastych. Jedną z form ulepszania gruntu przewidzianych do budowy warstw konstrukcyjnych (górných, dolnych oraz przewarstwień) jest stabilizacja. W zależności od nośności podłoża naturalnego grunty określane są symbolami G1, G2, G3 i G4. G1 – najbardziej nośne grunty, natomiast najmniej nośne – G4.

W celu osiągnięcia nośności gruntu na poziomie G1 można posłużyć się metodą wymiany gruntu lub ulepszenia, czyli stabilizacji gruntu rodzimego. Wymiana gruntu niesie ze sobą wiele utrudnień powodowanych m.in.: zaangażowaniem urządzeń, koniecznością ponoszenia kosztów kruszyw i ich transportu zazwyczaj z południowej części Polski. Należy również pamiętać o trudnościach logistycznych, kosztach związanych z wywiezieniem gruntu rodzimego oraz jego utylizacją, co w zależności od skali realizowanych prac może wiązać się z poważnym obciążeniem finansowym. Ponadto mogą pojawiać się problemy z przejściowym brakiem kruszyw kwalifikowanych.

\* Spoiwex Sp. z o.o.

**Stabilizacja gruntu rodzimego** jest nieporównywalnie tańszą metodą niż wymiana gruntu, a jednocześnie zapewnia osiągnięcie zakładanych parametrów, a także zmniejszenie grubości warstw konstrukcyjnych oraz tendencji z odkształceniami w porównaniu z konstrukcjami tradycyjnymi. Najczęściej stosowanymi spoiwami drogowymi są cement i popioły lotne, natomiast do osuszania gruntów stosuje się wapno. W ostatnich latach na rynku pojawiły się nowoczesne spoiwa hydrauliczne przeznaczone do inżynierii komunikacyjnej, które dzięki swoim właściwościom, a przede wszystkim niskiej cenie mogą być stosowane tam, gdzie użycie tradycyjnych materiałów jest ekonomicznie nieuzasadnione lub nie pozwala osiągnąć żądanych parametrów. **Podstawowym celem stosowania technologii stabilizacji nowoczesnymi spoiwami hydraulicznymi jest wykorzystanie gruntu rodzimego (grunty spoiste i niespoiste) w celu ulepszenia podłoża czy konstruowania podbudów, z uwzględnieniem możliwości prowadzenia prac w różnych warunkach atmosferycznych**, w tym również ekstremalnie złych (np. silnie przewilgocenia gruntu czy obecność zanieczyszczeń). Hydrauliczne spoiwa z grupy Terramix umożliwiają stabilizację gruntów o słabej jakości. Wysoka higroskopijność oraz reaktywność hydrauliczna gwarantują uzyskanie dużej nośności ulepszanych gruntów oraz trwały efekt osuszania, bez zjawiska jego wtórnego rozmywania. Spoiwa Terramix mogą stanowić alternatywę dla stabilizacji gruntu cementem lub wapnem. Podczas ich stosowania wykorzystywane są urządzenia i maszyny przeznaczone do stabilizacji, takie jak stabilizator gruntu (recykler, frezarko-mieszarka), umożliwiający przemieszanie gruntu na głębokość nawet do 50 cm, rozsypywacz, który pozwala na równomierne rozłożenie spoiwa w odpowiedniej ilości oraz równiarka i walec.

## Przebieg procesu stabilizacji

Proces stabilizacji gruntu spoiwami z grupy Terramix jest analogiczny jak w przypadku stabilizacji standardowymi spoiwami. Na przygotowanym gruncie rozkładane jest spoiwo za pomocą rozsypywacza, zgodnie z dobraną recepturą (fotografia 1), po czym następuje mieszanie rozłożonego spoiwa z gruntem rodzimym na zakładaną głą-



Fot. 1. Załadunek spoiwa Terramix F do rozsypywacza Fot. S. Piasecki

bokość za pomocą recyklera (fotografia 2). Tak przygotowany materiał jest równany za pomocą równiarki oraz zagęszczany (wałowany) za pomocą walca (fotografia 3). Przygotowana w ten sposób warstwa jest mrozoodporna i powinna mieć zakładane w projekcie parametry nośności. Cechą charakterystyczną spoiw z grupy Terramix jest to, że procesy wiązania mogą zachodzić w środowisku wodnym, bez konieczności kontaktu z powietrzem. Stosowanie spoiw hydraulicznych zawierających klinkier powoduje, że materiał stanowiący wypełnienie (np. piasek) zostaje trwale związany przez sieć wiązań krystalicznych, rozbudowaną podczas procesu hydratacji i tym samym twardnienia (proces jak w typowej mieszance betonowej). Po zastosowaniu spoiw Terramix powstaje trwale związana oraz nośna warstwa, która przy ponownym kontakcie z wodą nie ulgnie rozmiękaniu oraz nie pogorszą się jej parametry. W celu przyspieszenia prac stabilizacyjnych można osuszać grunt spoisty z wykorzystaniem



Fot. S. Piasecki

**Fot. 2. Mieszanie spoiwa Terramix F z gruntem i spoiwo tuż po przemieszaniu**



Fot. S. Piasecki

**Fot. 3. Grunt po wyrównaniu i wałowaniu. Efekt stabilizacji spoiwem Terramix F**

spoiw z grupy Terramix (np. Terramix F) o wysokiej wodozadności oraz zawartości klinkieru, dlatego też prace zagęszczające mogą odbywać się zaraz po przemieszaniu spoiwa z gruntem. Należy zwrócić szczególną uwagę

na zapisy w normach wskazujące na przydatność gruntów do stabilizacji. Z doświadczenia wynika, że uzyskanie zakładanej wytrzymałości gruntu na poziomie  $R_m = 5$  MPa, przy zachowaniu metodyki badań wynikającej z norm, powoduje, że ilość spoiwa musi być podwyższona i wynosi zazwyczaj powyżej 10%. Specyfika cementów oraz konieczność uzyskania bardzo wysokiej wytrzymałości mogą spowodować usztywnienie podłoża, czego następstwem, pod wpływem obciążenia ruchem, mogą być spękania odbite. W przypadku, gdy podłoże nie jest podatne (elastyczne), powstaje również skurcz liniowy, powodujący pękanie warstwy nośnej. Dzięki zastosowaniu spoiw Terramix unika się usztywnienia podłoża. Właściwie dobrane dawkowanie spoiwa powinno zapewnić uzyskanie zakładanej nośności (badanej np. z użyciem płyty statycznej VSS) oraz zagwarantować wytrzymałość przewidzianą w projekcie. Należy podkreślić, że w laboratorium receptury powstają wg metodyki określonej przez polskie normy. W praktyce jednak często okazuje się, że warunki gruntowe wymagają od wykonawcy zmiany dawkowania spoiwa w stosunku do receptury laboratoryjnej. Związane jest to nie

tylko ze zmiennymi warunkami gruntowymi, ale również z wykorzystaniem nowoczesnych maszyn budowlanych (recyklerów), które umożliwiają uzyskanie bardzo wysokiej homogenizacji stabilizowanego gruntu rodzimego i spoiwa.

Drogowe spoiwa stabilizacyjne Terramix mogą służyć do ulepszania gruntu wówczas, gdy występują frakcje ilaste (nawet do ok. 40%) i pozwalają osiągnąć wytrzymałość na ściskanie  $R_{28} = 1,5$  MPa. Stanowią alternatywne rozwiązanie do stabilizacji cementem i osuszania wapnem oraz do tradycyjnej metody wymiany gruntu. Pozwalają na prowadzenie prac w trudnych warunkach, trwale osuszają, polepszają nośność, umożliwiają wzmocnienie oraz stabilizację gruntów i podłoży. Mogą być stosowane do stabilizacji mieszanek kruszyw oraz jako czynnik scalający osady ściekowe. Z powodzeniem są wykorzystywane do stabilizacji podłoża pod obiekty kubaturowe, do konstruowania podbudowy pod nawierzchnię z betonowej kostki brukowej, konstruowania górnych i dolnych warstw podbudowy, a także do budowy nasypów pod drogi krajowe, drogi ekspresowe, autostrady i lotniska.