

# Wzmacnianie słabego podłoża w budownictwie drogowym – Trasa Sucharskiego w Gdańsku

mgr inż. Tomasz Pradela, mgr inż. Krystian Binder,  
Menard Polska Sp. z o.o.

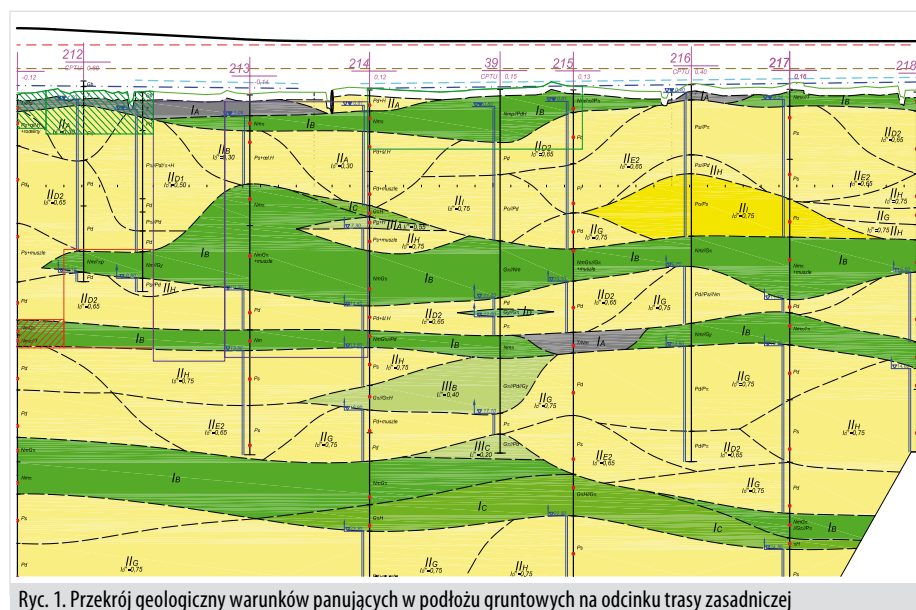
Budownictwo drogowe ma własną specyfikę prowadzenia robót – najczęściej są one wykonywane na obszarach pozbawionych jakiegokolwiek infrastruktury, tempo prowadzenia prac jest często bardzo wysokie, a sama technologia robót z reguły powtarzalna. Liniowy charakter budowy powoduje, że co jakiś czas planowana inwestycja przechodzi przez tereny wymagające wzmocnienia podłoża. Stosowane w budownictwie drogowym technologie wzmacniania gruntu muszą być dopasowane do opisanej wyżej specyfiki prowadzenia robót oraz gwarantować spełnienie warunków nośności i użytkowania.

Realizacja tego typu robót na Trasie Sucharskiego w Gdańsku jest przykładem skutecznego wykorzystania nowoczesnych rozwiązań technologicznych, dostosowanych do warunków gruntowych, wielkości obszaru wymagającego zastosowania wzmocnienia podłoża oraz wyznaczonego harmonogramem czasu realizacji robót.

## Trasa Sucharskiego w Gdańsku

Z wykonanej dokumentacji geotechnicznej wynika, że na obszarze realizowanej inwestycji w podłożu gruntowym występują piaski o różnej granulacji oraz utwory organiczne i próchnicze, wykształcone głównie w postaci namulów i torfów, lokalnie gytii, pyłów próchnicznych oraz piasków próchnicznych. Warunki gruntowe charakteryzują się dużą zmiennością i miąższością warstw słabych (ryc. 1).

W celu odpowiedniego dobrania metody wzmocnienia podłoża gruntowego do panujących warunków cały odcinek podzielono na dwa główne profile geologiczne:

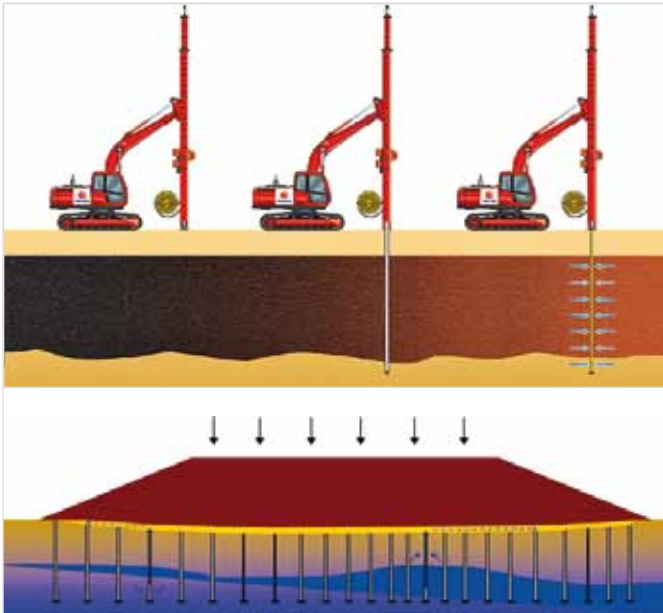


Ryc. 1. Przekrój geologiczny warunków panujących w podłożu gruntowych na odcinku trasy zasadniczej

- warstwy słabe znajdują się bezpośrednio pod powierzchnią terenu,
- warstwa słaba znajduje się na pewnej głębokości (3 m p.p.t. i więcej).

Finalnie, do wzmocnienia podłoża gruntowego należącego do pierwszego profilu geologicznego została użyta metoda betonowych kolumn przemieszczeniowych typu CMC oraz przeciążenia nasypem z użyciem prefabrykowanych drenów pionowych VD (ryc. 2 i 3).

Dreny pionowe zastosowano na ok. 60 tys. m<sup>2</sup> obszaru Trasy Sucharskiego. Aplikowane w siatce kwadratowej o boku od 1,0 do 1,5 m, na głębokość 10–12 m, skracały czas konsolidacji do ok. trzech miesięcy z zakładanego wcześniej okresu półtora roku do trzech lat. Wielkość przeciążenia określono w taki



Ryc. 2. Zasada działania drenażu pionowego z nasypem przeciążającym

sposób, by uwzględniło przyszłe obciążenie użytkowe drogi oraz zjawisko pełzania gruntu. Wymuszone osiadania, jakie zrealizowały się podczas przeciążenia, wynosiły od 0,25 do 0,6 m. Kolumny CMC zastosowano pod nasypem o wysokości nawet do 10 m. Zaprojektowano rozstawy od 1,6 do 2,6 m (w siatce kwadratowej) – w zależności od wysokości nasypu, o długościach dochodzących do 18 m.

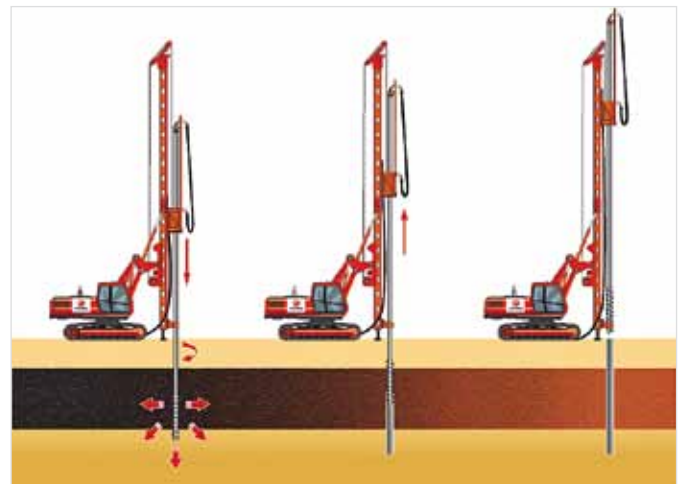
Powyższe technologie zostały zastosowane w miejscach, gdzie grunty nienośne zalegały od poziomu terenu, a przypowierzchniowa warstwa piasków miała grubość nie większą niż 2–3 m (profil I geologii). Trudniejszym przypadkiem z punktu widzenia technologii wykonania wzmocnienia podłoża był drugi profil geologiczny, który charakteryzował się tym, że grunty nienośne zalegały 5–7 m p.p.t.

Projekt wykonawczy wzmocnienia podłoża gruntowego obszaru należącego do drugiego profilu geologicznego zakładał użycie technologii *jet grouting*, jednak ze względu na czasochłonność tej metody oraz szacunek techniczno-ekonomiczny przyjęte rozwiązanie musiało być zoptymalizowane. Założono metodę kolumn kombinowanych MCC, której głównym celem było ograniczenie osiadań budowanej trasy (nie występował tu problem ze statecznością nasypu ze względu na znacząco większą przepierchniową warstwę piasków).

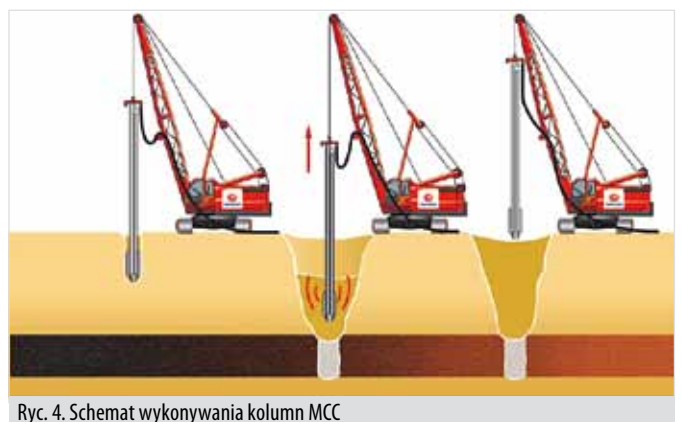
Zastosowanie metody kolumn kombinowanych MCC, które są zaawansowanym technicznie wariantem kolumn betonowo-żwirowych, zagwarantowało skrócenie czasu realizacji robót oraz skuteczne wzmocnienie gruntów nienośnych, nie powodując jednocześnie pogorszenia parametrów przypowierzchniowej warstwy zagęszczonych piasków. Kolumny wykonywano w siatce kwadratowej o boku od 2,4 do 4,5 m, o średnicy od 0,4 do 0,6 m.

Wzmocnienie kolumnami kombinowanymi polega na utworzeniu w słabym podłożu inkluzji składającej się z trzonu betonowego (o średnicy od 0,4 do 1,0 m), cechującego się dużą sztywnością. Zastosowanie trzonu betonowego w gruntach słabych zapewnia wyraźne ograniczenie osiadań podłoża gruntowego. Dzięki tak dobranej technologii uzyskuje się bardzo małe osiadanie resztkowe, porównywalne do wartości uzyskiwanych w przypadku posadowień na palach.

Wykonywanie kolumn MCC (ryc. 4) odbywa się z poziomu platformy roboczej, perforując w głąb specjalną końcówką wi-



Ryc. 3. Schemat wykonywania kolumn CMC: a) pograżenie świda przeszczeniowego wraz z rozepchnięciem gruntu, b) podanie mieszaniny betonowej z równoczesnym wykręcaniem świda, c) gotowa kolumna



Ryc. 4. Schemat wykonywania kolumn MCC

bracyjną przez zagęszczone warstwy gruntów niespoistych oraz grunty słabe, aż do osiągnięcia stropu gruntów nośnych. Następnie rozpoczyna się podawanie betonu, którego objętość jest monitorowana, przy jednoczesnym podciąganiu wibrokońcówki do góry. Dzięki odpowiedniej szybkości wychodzenia i jednoczesnego monitoringu objętości podawanego betonu otrzymuje się trzon betonowy o pożądanej średnicy. Po osiągnięciu stropu warstwy gruntów słabych następuje odcięcie dopływu mieszaniny betonowej i podciąganie wibrokońcówki z jednoczesnym wykonaniem zasypania i zagęszczenia (przez wibrowanie) powstałego otworu roboczego. Pomiędzy trzonem betonowym a zawibrowanym gruntem wykształca się głowica żwirowo-betonowa, która umożliwia dystrybucję obciążeń na trzon betonowy.

Zastosowanie technologii MCC eliminuje jeszcze jeden problem – przeszytwnienia podłoża nad głowicą kolumny, czyli prawidłowej współpracy warstw materacy geosyntetycznych z głowicami kolumn. Obciążenie przekazywane na podłoże jest przenoszone nie tylko przez kolumny, ale także przez otaczający je grunt. Słabe podłoże przenosi zazwyczaj od 5 do 40% obciążeń całkowitych. Trzony betonowe z betonowo-żwirową głowicą pozwalają na zredukowanie osiadań podłoża od 60 do 95% (w zależności od stanu gruntu i rozstawu kolumn).

Opisane rozwiązania wzmocnienia podłoża gruntowego na Trasie Sucharskiego w Gdańsku wprowadzono jako alternatywę dla zaprojektowanego uprzednio wzmocnienia w postaci kolumn w technologii *jet grouting*. Pozwoliło to na prawie 10-krotne zmniejszenie kosztów oraz skrócenie czasu wykonania wzmocnienia podłoża.