

Wypełnianie pustej przestrzeni pierścieniowej w przewiertach HDD – samoutwardzalna płuczka Drill-mix[®]

Krzysztof Szerszeń
Góraźdze Cement S.A.

Pozostawienie pustej przestrzeni wokół rury może stwarzać problemy m.in. z osiadaniem gruntu lub przesiąkaniem wody. Aby uniknąć trudności należy wypełnić pustą przestrzeń, np. materiałem łączącym w sobie właściwości płuczki wiertniczej oraz materiału wypełniającego

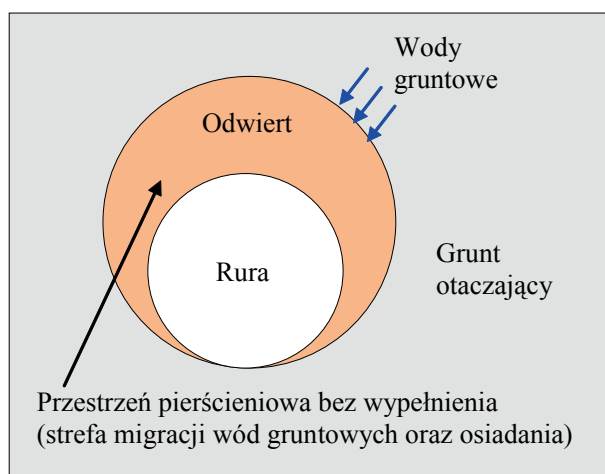
Kierunkowe przewiertki sterowane (HDD) zyskały sobie zasłużoną przychylność inwestorów pragnących w szybki i nieuciążliwy dla otoczenia sposób zainstalować nową infrastrukturę podziemną. Zalet tej technologii można wymienić wiele, ale warto zwrócić uwagę na potencjalne zagrożenia spowodowane naruszeniem gruntu przez nowo powstały odwiert.

Wprowadzenie rury produktowej do otworu wymaga od niego odpowiednio większej średnicy, by cały proces przebiegł bez komplikacji. W zależności od rodzaju i średnicy wprowadzanej rury, warunków geologicznych oraz długości przewiertu zalecane jest, by otwór był większy w granicach od 25 do 50% w stosunku do wprowadzanej rury (rys. 1). O ile przy instalowaniu małosrednicowych rur, przestrzeń pierścieniowa jest stosunkowo nieduża i nie stanowi większego zagrożenia, np. osiadaniem gruntu nadległego (nadkładu), o tyle przy większych średnicach, pustka powstała pomiędzy rurą a gruntem może wpływać negatywnie na znajdujące się nad odwiertem obiekty.

W procesie rozwiercania otworu (w zależności od geologii i ilości przejść do wymaganej średnicy) następuje niszczenie struktury gruntu również poza przewidzianą średnicą, np. przez rozmycie strumieniem płuczki w czasie wiercenia lub płukania odwiertu. Zjawisko to występuje zwłaszcza w gruntach podatnych na rozmycie (piaski, żwiry) i może doprowadzić do niekontrolowanego powstawania pustek o dużych rozmiarach.

Oprócz zagrożenia spowodowanego osiadaniem gruntu, puste przestrzenie stanowią nową drogę drenażu przez wody gruntowe, powodując dalsze rozmycie i powiększanie się pustek wzdłuż przewiertu. Efekty tego procesu mogą wystąpić na długo po zakończeniu budowy, a ich gwałtowny przebieg uwiadcza się najbardziej, gdy przewiert przebiegał pod sztywnymi obiektami, np. budynki, drogi, tory kolejowe itp. (fot. 1, 2)

Pozostawienie pustej przestrzeni wokół rury może stwarzać trudności przy przejściach pod zbiornikami wodnymi i rzekami. Przesiákanie wody przez warstwę gruntu nadkładu może powodować wielorakie problemy. Na przykład przy przewiertach pod wałami przeciwpowodziowymi mogą nastąpić przesiáki po stronie zawala, powodując podtopienia, zwłaszcza przy różnych poziomach punktów wejścia i wyjścia wykonywanego przewiertu.



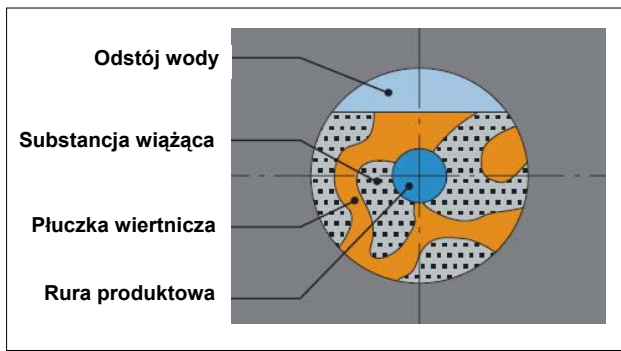
Rys. 1. | Średnica rury produktowej w stosunku do średnicy odwiertu przy współczynniku rozwiercenia 1,5

Należy mieć na uwadze fakt, że płuczka bentonitowa, używana do wykonywania przewiertów kierunkowych HDD i mikrotunelingu, nie jest materiałem wiążącym. Po zakończeniu prac wiertniczych i pozostawieniu płuczki w otworze, jej stan skupienia będzie uzależniony od wilgotności gruntu. Może ona przybierać formę żelu (przy naporze wód gruntowych, pozostawiona płuczka może zostać wypłukana) lub ulec wysuszeniu (zmniejszając swoją objętość). Ponowny kontakt z wodą powo-

↓ Fot. 1. | Uszkodzenie nawierzchni drogi spowodowane wymyciem podbudowy przez wody gruntowe infiltrujące niewypełnioną przestrzeń pierścieniową po przewierceniu HDD



Fot. 2. | Zapadlisko powstałe po przewierceniu HDD, w którym nie ↑ zastosowano wypełnienia przestrzeni pierścieniowej



Rys. 2. | Przeszłość pierścieniowa po dodaniu cementu do płuczki

duje, że wyschnięty bentonit zostaje powtórnie upłynniony. Takie wypełnienie otworu można traktować jako grunt aktywny, mając świadomość, że powyższe właściwości płuczki bentonitowej nie gwarantują szczelnego i trwałego wypełnienia przestrzeni wokół rury.

W celu zminimalizowania uprzednio wymienionych zagrożeń, stosuje się iniekcyjne wypełnianie pustej przestrzeni pierścieniowej po wciągnięciu rury. Metoda ta posiada jednak wiele wad. Odkrywki takich wypełnień pokazały nierównomierność rozmieszczenia iniektu oraz częściowe tylko jego stwardnienie. Stosowanie w tej metodzie tradycyjnych materiałów iniekcyjnych prowadzi do niecałkowitego, a tym samym nieszczelnego wypełnienia iniektowanej przestrzeni. Po stwardnieniu takie wypełnienie jest kruche i nietrwałe.

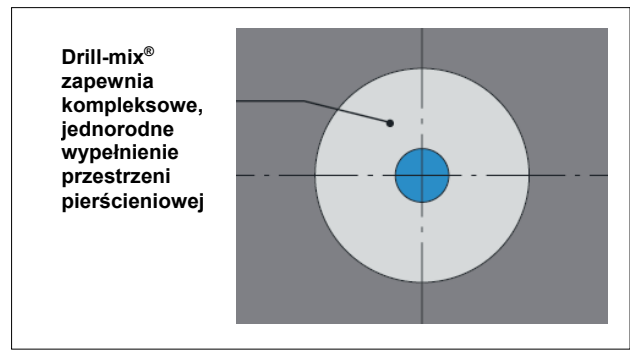
Drugą metodą jest wtlaczanie materiału wypełniającego począwszy od wejścia, aż do wyjścia odwiertu przed ostatnim etapem budowy, tj. wciągnięciem rury produktowej. Szczelne wypełnienie przestrzeni pierścieniowej jest wtedy zapewnione. Należy jednak zwrócić uwagę, by medium wypełniające odwiert utrzymywało odpowiednie parametry reologiczne, w celu zapobiegnięcia zwiększania się oporów tarcia lub, co gorsza, przechwyceniu rury produktowej przy jej wciąganiu.

Zwiększone ciśnienie w otworze, spowodowane zatłoczeniem zaczynu wypełniającego prowadzi czasami do szczelinowania gruntu otaczającego, czego widocznym efektem są deformacje powierzchni terenu i samowypływ płuczki na trasie przewiertu.

Zdarza się, że do płuczki znajdującej się w otworze dodawany jest cement. Takie działanie powoduje powstanie niejednorodnej zawiesiny oraz destabilizację parametrów płuczki wiertniczej (rys.2). Taka mieszanina po krótkim, trudnym do precyzyjnego określenia czasie, traci swoje pierwotne właściwości reologiczne i w przypadku jakichkolwiek komplikacji lub awarii na etapie wciągania rury, następuje jej „zacementowanie” razem z urządzeniem wierzącym oraz system płuczkowym. Ratunkowe działania generują duże koszty i przekładają się na wydłużenie całego procesu budowy.

Alternatywą dla powyższych problemów jest zastosowanie samoutwardzalnej płuczki Drill-mix®. Jest to materiał łączący w sobie właściwości płuczki wiertniczej oraz materiału wypełniającego (rys.3).

Produkt ten został specjalnie opracowany dla zastosowania w przewiertach HDD i mikrotunelowaniu. Możliwe jest jego za-



Rys. 3. | Przeszłość pierścieniowa wypełniona płuczką samoutwardzalną Drill-mix®

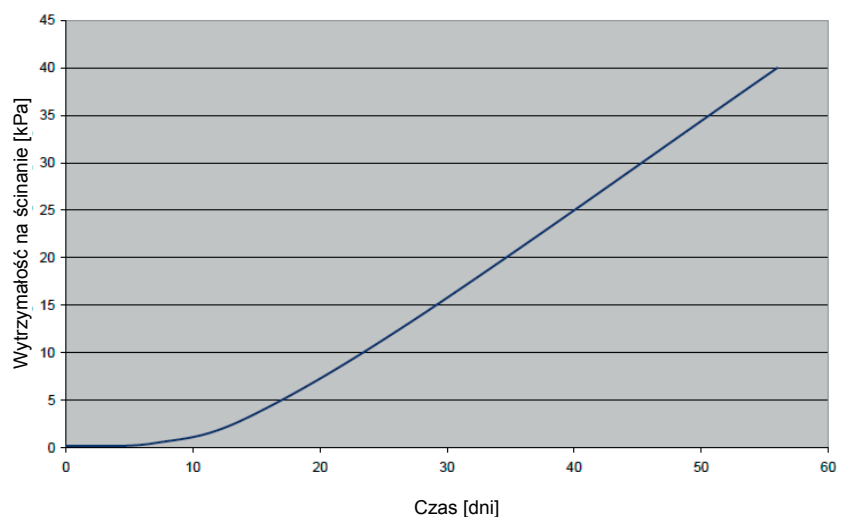
mówienie w różnych formach pakowania (luz, worki Big-Bag lub worki 25 kg). Przy prawidłowym magazynowaniu produkt jest pełnowartościowy przez 6 miesięcy.

Proces przygotowania zawiesiny z suchej mieszanki Drill-mix® i wody przebiega tak jak dla standardowej płuczki, przy wykorzystaniu tych samych urządzeń. W przypadku korzystania z wody innej niż wodociągowa (np. z rzeki), należy wykonać test sprawdzający. W standardowej recepturze płuczki samoutwardzalnej Drill-mix® stosuje się koncentrację 160 kg/m³. Mimo zwiększonego udziału fazy stałej, zawiesina utrzymuje dobre parametry reologiczne (tab.1). Lepkość na leжку Marsh'a powinna zawierać się w przedziale 40–50 s i można ją regulować poprzez koncentrację Drill-mix® w zawieszynie.

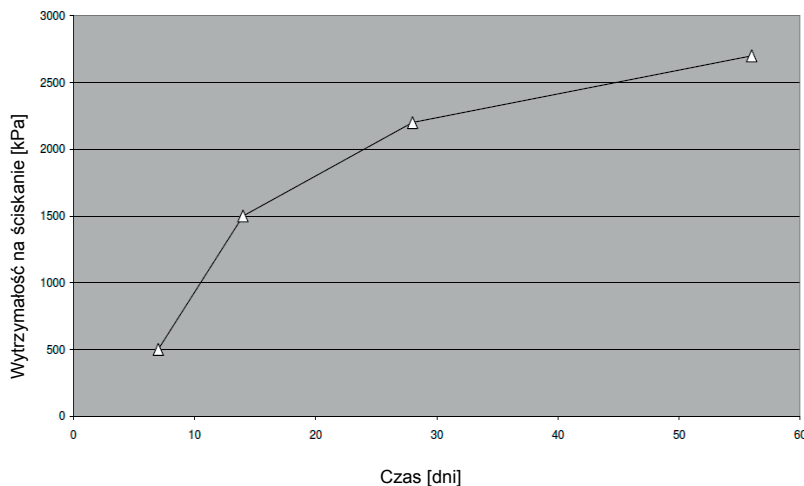
Czas urabialności Drill-mix® został tak wydłużony, by stwardnienie rozpoczynało się po ok. 48 godzinach. Kiedy czas urabialności (ok. 2 dni) się skończy, płuczka Drill-mix® zaczyna się utwardzać (rys.4). Końcowa twardość Drill-mix® jest podobna do twardości gliny (ok. 0,3 MPa). Jest to wartość wystarczająca,

Parametry	Jednostki	Wartości
Lepkość wg Marsh'a	s	≈ 43
Lepkość plastyczna	cP	≈ 9
Granica płynięcia	lb/100 ft ²	≈ 25
Lepkość pozorną	cP	≈ 22
Wytrzymałość strukturalna po 10 s	lb/100 ft ²	≈ 25
Wytrzymałość strukturalna po 10 min	lb/100 ft ²	≈ 29

Tab. 1. | Parametry reologiczne płuczki samoutwardzalnej Drill-mix® (receptura: 160 kg/m³)



Rys. 4. | Przyrost wytrzymałości płuczki samoutwardzalnej Drill-mix® (receptura: 160 kg/m³) w temperaturze 10°C (średnia temperatura gruntu)



Rys. 5. | Przyrost wytrzymałości płuczki samoutwardzalnej Drill-mix® (receptura: 330 kg/m³) w temperaturze 10°C (średnia temperatura gruntu)

gdyż zależy nam na uzyskaniu przez materiał wypełniający wytrzymałości zbliżonej do otaczającego rurę gruntu.

W przypadku projektów, w których wymagana jest dużo wyższa wytrzymałość i jej szybszy przyrost, możliwe jest zastosowanie odpowiedniej modyfikacji produktu Drill-mix®. Czas urabialności takiej odmiany produktu to ok. 8 godzin, a zapotrzebowanie to 330 kg/m³ (rys. 5). Najczęściej tę odmianę produktu Drill-mix® stosuje się do wstępnej stabilizacji rumoszu skalnego oraz warstw sybkich (piasków, żwirów).

Stosując płuczkę samoutwardzalną należy zwrócić uwagę na zawartość substancji organicznych w gruncie, gdyż może to wpływać na proces twardnienia. Należy też pamiętać o niezwłocznym przepłukaniu instalacji płuczkowej po zakończeniu prac wiertniczych.

Przed zastosowaniem Drill-mix® w danym otworze, powinno się sprawdzić jego oddziaływanie z płuczką wiertniczą użytą do wykonania przewiertu. Najprostszą metodą jest przygotowanie kilku próbek zawiesin w różnych proporcjach płuczki wiertniczej i samoutwardzalnej płuczki Drill-mix®. Zastosowanie różnych udziałów poszczególnych mediów wynika z powstawania różnych stref mieszania się tych płynów w procesie wypełniania odwiertu przez Drill-mix®. Ten prosty test da nam informacje, czy płyny w otworze będą stabilne względem siebie, tzn. czy nie wykazują flokulacji lub nie powodują natychmiastowego twardnienia. Gdy płyny są jednorodne i stabilne, należy sprawdzić ich parametry reologiczne przy użyciu lepkościomierza.



Fot. 3. | Zmiana koloru płynu wypełniającego odwiert HDD, świadcząca o wyparciu płuczki wiertniczej z otworu przez Drill-mix®

Jeżeli te parametry mieszczą się w zaprojektowanych granicach, można przystąpić do zatłaczania Drill-mix® do odwiertu. Po wyparciu lżejszej płuczki wiertniczej z otworu przez Drill-mix® (fot. 3), ostatni etap instalowania rury przebiega jak dla standardowego przewiertu.

Do podstawowych zalet stosowania samoutwardzalnej płuczki Drill-mix® należą:

- uzyskanie wszystkich niezbędnych właściwości płuczki wiertniczej;
- podwyższona zawartość substancji stałych zapobiega powstawaniu pustych przestrzeni;
- nadaje się do recyklingu, podobnie jak standardowe płuczki wiertnicze;
- ścisła współpraca z otoczeniem, zachowanie stałej objętości oraz odporność na erozję;
- ochrona rur stalowych przed korozją;
- zapobieganie uszkodzeniom wciąganych rur wywołanym przez osiadanie gruntu;
- dopuszczony do kontaktu z wodami gruntowymi, potwierdzony atestem higienicznym;
- bezproblemowe wyparcie płuczki wiertniczej. ■

LITERATURA:

- [1] Moll G., Smit J.: „Risk Limitation for HDD Annulus Grouting”, UmweltBau nr 3/2008.
- [2] Dietrich J.: “Self-Setting Drilling Fluids for the Horizontal Drilling Method”, UmweltBau nr 2/2007.
- [3] Mroziak M.: „Fakty i mity na temat bentonitu”, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne nr 3/2005

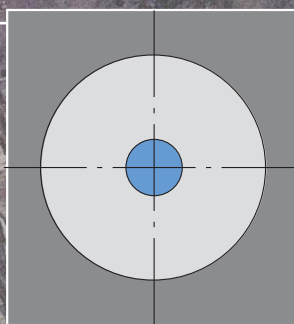
Inwestor	Projekt	Długość [m]
BEWAG Berlin	Berlin, wiązka rur HDPE, równoległe do autostrady A 13	ca. 300
BEWAG Berlin	Berlin, Kanał Teltow, przejście wiązki rur HDPE	ca. 200
NUON Holandia	Polder Haarlemmermeer, kabel elektryczny, Drill-mix® stosowany w celu zapobiegnięcia zanieczyszczenia przez wody słone	ca. 250
Deutsche Bahn AG	19 iniekcji w celu podniesienia linii kolejowej Berlin - Hannover	Div.
Wasser Schifffahrtsamt Rheine	Hamm, przewiert pod kanałem Datteln. Pakiet rur HDPE	ca. 350
Rafineria MVL Mineralölverbundleitung GmbH Schwedt	Eberswalde, Kanał Odra – Hawela 2× rurociągi ropy DN500–700 1× rura stalowa DN300 1× przewód zasilający DN450 HDPE	250–285
BEWAG Berlin	Berlinie, przewiert pod rzeką Sprewa	ca. 300
Miasto Wiesbaden	Dom uzdrowiskowy, mikrotunelowanie DN1800	-
Miasto Hamburg	Hamburg, Marmstorfer Weg, rurociąg ciśnieniowy 3× pojedyncze otwory, wypełnianie przestrzeni pierścieniowej	3×150
Miasto Düsseldorf	Przewiert pod przepustem kolejowym, 2× rur HDPE DN400 / DN450	320

Tab. 2. | Przykłady projektów z zastosowaniem płuczki samoutwardzalnej Drill-mix®

Drill-mix®

Samoutwardzalna płuczka wiertnicza

Przestrzeń pierścieniowa z Drill-mix®



Drill-mix®
zapewnia kompleksowe,
jednorodne wypełnienie
przestrzeni pierścieniowej

Samoutwardzalna płuczka wiertnicza stosowana w przewiertach HDD
i mikrotunelingu zachowująca cechy tradycyjnych płuczek

Zalety Drill-mix®:

- Zapobiega osiadaniu
- Ściśle wypełnia przestrzeń pierścieniową
- Chroni rury stalowe przed korozją
- Po stwardnieniu – wytrzymałość podobna do gliny

Drill-mix® – Płuczka wiertnicza i materiał wypełniający
w jednym!

E-Mail: krzysztof.szerszen@gorazdze.pl
Tel. (77) 446 88 32; Tel kom. 607 260 086

■ www.heidelbergcement-geotechnik.de

HeidelbergCement
Baustoffe für Geotechnik

GÓRAŹDŹE CEMENT
HEIDELBERGCEMENT Group