



HYDROIZOLACJA KONSOLIDACJA I STABILIZACJA GRUNTU, ZATRZYMYWANIE WODY

ROZWIĄZANIA INIEKCYJNE DO BUDOWY TUNELI I GÓRNICTWA

BUILDING TRUST



KONSOLIDACJA, STABILIZACJA I ZATRZYMYWANIE WODY

PRZECIWDZIAŁANIE WNIKANIU WODY i problemy geologiczne z gruntami stanowią poważny problem w drążeniu tuneli i operacjach górniczych na całym świecie: Niekontrolowany napływ wody może powodować poważne problemy i wpływać na codzienne funkcjonowanie. Nadmiar wody może znacząco wpływać na czas cyklu produkcyjnego, a także obniżać jakość elementów konstrukcyjnych, takich jak beton natryskowy, siatki i kotwy. W związku z tym cała operacja może być zagrożona, narażając na poważne niebezpieczeństwo nie tylko konstrukcje i maszyny, ale także ludzi. Niekonsolidowane grunty w strefach uskoków i złóż rudy często są przyczyną kosztownych opóźnień i przestojów. Sika oferuje szeroką i w pełni zintegrowaną gamę systemów iniekcyjnych do stosowania zarówno przed, jak i po wykopach w konwencjonalnym górnictwie wiertniczym i strzałowym, a także w drążeniu tuneli metodą TBM. Sika posiada ponad 100-letnie doświadczenie w drążeniu tuneli i górnictwie na całym świecie.



KLUCZOWE CZYNNIKI SUKCESU ROZWIĄZAŃ INIEKCYJNYCH

Istnieją trzy kluczowe czynniki sukcesu decydujące o skuteczności i trwałości prac iniekcyjnych: materiały iniekcyjne, wyposażenie do iniekcji oraz metoda iniekcji. Istotne jest odpowiednie połączenie tych wszystkich elementów, co zapewnia doświadczenie Sika w zastosowaniach związanych z drążeniem tuneli i górnictwem, w tym:

- wypełnianie kawern i pustek
- stabilizacja gruntu/podłoża
- stabilizacja masywu skalnego
- trwała konsolidacja gruntu
- zatrzymywanie wody działającej pod ciśnieniem hydrostatycznym
- kontrola procesu odstrzału
- zabezpieczanie i wzmacnianie konstrukcji
- specjalne systemy do zapór ziemnych i do stosowania z maszynami TBM

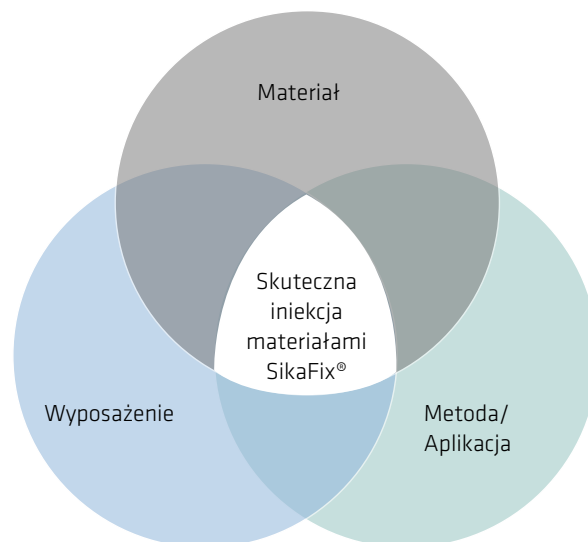
Rozwiązania iniekcyjne SikaFix® obejmują rozwiązania stosowane przed i po wykonaniu wykopów.

MATERIAŁY INIEKCYJNE

Wybór odpowiedniego materiału iniekcyjnego i właściwego produktu do określonych wymagań projektu jest najważniejszym czynnikiem sukcesu. Zazwyczaj dotyczy to lepkości, wytrzymałości i zachowania się materiału w kontakcie z wodą, które mogą znacząco wpłynąć na rezultat i skuteczność iniekcji.

WYPOSAŻENIE DO INIEKCJI

Drugim kluczowym czynnikiem sukcesu jest dopasowanie wyposażenia do wybranego materiału(-ów) iniekcyjnych, w tym



do ich prawidłowego przygotowania, mieszania i wbudowania. Oznacza to wszystko, od początkowego dozowania i mieszania, poprzez transport materiału odpowiednią pompą, do zastosowania właściwych pakierów iniekcyjnych.

METODA INIEKCJI

Po trzecie przeszkoleni, kompetentni i doświadczeni wykonawcy muszą stosować prawidłową metodę iniekcji i techniki aplikacji.

WSZYSTKIE wymienione czynniki są niezbędne, aby zapewnić skuteczną stabilizację, konsolidację i trwałe uszczelnienie.



TECHNOLOGIE INIEKCYJNE DO BUDOWY TUNELI I GÓRNICTWA

TECHNOLOGIA

PRODUKT

PIANY Z ŻYWIC POLIURETANOWYCH

Piany z żywicy poliuretanowych są zaprojektowane tak, aby pęczniały poprzez spienianie w kontakcie z wodą lub bez niej, w ten sposób mogą być iniektowane w postaci cieczy, która następnie spienia się i pęcznieje wypełniając puste przestrzenie i mniejsze kawerny w strukturach skalnych lub luźnym podłożu. Materiały te mają dobrą przyczepność do skały i pozostają twarde i sztywne po zakończeniu procesu spieniania. Dlatego piany z żywicy poliuretanowej są szeroko stosowane do stabilizacji podczas budowy tuneli i w górnictwie.

ŻYWICE POLIURETANOWE

Sztywne, poliuretanowe żywice iniekcyjne twardnieją tworząc wytrzymały materiał stosowany do uszczelniania napływów wody lub do konsolidacji i wypełniania pustych przestrzeni. Ich niska lepkość zapewnia dobrą penetrację w głąb warstw skalnych, uszczelniając przecieki i zapewniając trwałą konsolidację. Żywice poliuretanowe mają bardzo dobrą przyczepność do krawędzi, a także użyteczne właściwości hydrofobowe. Chociaż nie są to pniące się żywice poliuretanowe, materiały te pnią się lekko w kontakcie z wodą, dzięki czemu szybko i skutecznie zatrzymują napływ wody. Sztywne żywice poliuretanowe są szeroko stosowane zarówno przy budowie tuneli, jak i w górnictwie.

ŻYWICE AKRYLOWE

Żywice akrylowe charakteryzują się bardzo niską lepkością (podobną do wody) i twardnieją tworząc sztywne związki hydrofilowe. Ze względu na ich zdolność do penetracji i stabilizacji np. piasków, są one wykorzystywane do iniekcji gruntów o bardzo niskiej przepuszczalności, poprzez przekształcenie piasku w sztywny grunt o wysokiej wytrzymałości. Czas reakcji (utwardzania) żywicy również jest regulowany i kontrolowany, co pozwala na dostosowanie materiału iniekcyjnego do warunków w miejscu aplikacji (np. temperatury i odległości iniekcji itp.). Sprzęt do iniekcji żywicy akrylowej można czyścić wodą.

SikaFix®-110

- Szybko pniąca się żywica poliuretanowa o krótkim czasie reakcji (~45 s)
- Pieni się w kontakcie z wodą i bez niej, 10 do 20 razy
- Wysoka przyczepność, mocna piana

SikaFix®-210

- Szybko reagująca żywica poliuretanowa o krótkim czasie reakcji (~40 s) i wysokiej wytrzymałości końcowej
- Pieni się lekko w kontakcie z wodą, do 3-krotnej objętości
- Modułowy system iniekcyjny z SikaFix® AC-21 i AC-21 SF
- W połączeniu z SikaFix® AC-21 i AC-21 SF reaguje jako pęczniący, pniący się system do zatrzymywania wody

SikaFix®-301

- Szybko reagująca żywica akrylowa o wyjątkowo niskiej lepkości (~5 MPa·s)
- Regulowany czas reakcji od 2 do 15 min.
- Niewielki współczynnik spieniania do 10%
- Czyszczenie wyposażenia wodą

ZASTOSOWANIA:

- Stabilizacja rozdrobnionej skały o wysokiej zawartości pustych przestrzeni
- Wypełnianie mniejszych ubytków

ZASTOSOWANIA:

- Konsolidacja niestabilnego podłoża gruntowego w ośrodku o spękaniej strukturze
- Zatrzymywanie nieoczekiwanych napływów wody
- Skuteczne powstrzymywanie infiltracji wody i uszczelnianie konstrukcji, takich jak obudowy szybów, obudowy pierwotne i wtórne w tunelach i zaporach

ZASTOSOWANIA:

- Uszczelnianie obszarów o mniejszej przepuszczalności przy niższych współczynnikach infiltracji
- Konsolidacja gruntów o niskiej przepuszczalności (np. w przypadku zapór ziemnych)
- Wypełnianie pęknięć i szczelin o wysokiej zawartości małych pustych przestrzeni np. o średnicy poniżej 0,2 mm
- Wypełnianie mniejszych ubytków
- Iniekcja wyprzedzająca przed czołem tarczy TBM
- Iniekcja kamiennych zapór narzutowych

TECHNOLOGIA

PRODUKT

PIANY Z ŻYWIC KRZEMIANOWYCH

Piany z żywic krzemianowych to materiały organiczne o sztywnej strukturze, zaprojektowane do ekspansji przez spienianie. Charakteryzują się wysokimi współczynnikami spieniania, co czyni je idealnymi do wypełniania dużych pustek. Ich niska temperatura reakcji sprawia, że są szczególnie przydatne w górnictwie węgla. Ponieważ utwardzona piana może być łatwo obrabiana (cięta) i nie przywiera do osłony głowicy urabiającej TBM, pianki z żywic krzemianowych stosowane są przed czołem maszyny TBM w celu stabilizacji i wzmocnienia luźnych skał oraz rozluźnionego i spękanego gruntu.

ŻYWICE KRZEMIANOWE

Żywice krzemianowe są niespieniającymi się, organicznymi, sztywnymi materiałami iniekcyjnymi stosowanymi do stabilizacji suchych, wilgotnych i mokrych stref w obrębie uskoków geologicznych. Ich niska temperatura reakcji umożliwia ich zastosowanie w górnictwie węgla. Proces utwardzania żywic krzemianowych nie jest uzależniony od obecności wody, a utwardzona żywica nadaje się do obróbki mechanicznej (cięcia).

W zależności od warunków gruntowych niespieniające się żywice krzemianowe stosowane są przed głowicą urabiającą TBM w celu stabilizacji.

ZACZYNY CEMENTOWE

Zaczyny cementowe to materiały na bazie cementu zawierające drobne kruszywo, mogą być modyfikowane polimerami organicznymi. W trakcie hydratacji cementu zaczyn twardnieje, tworząc sztywny materiał. Zaczyny tego typu dostępne są w różnych uziarnieniach i granulacjach. Specjalne mikrocementy są powszechnie stosowane do iniekcji wstępnych i wtórnych, ponieważ są w stanie wypełniać i penetrować mniejsze szczeliny i pustki niż zwykłe zaczyny na bazie cementu portlandzkiego. Zaczyny cementowe stanowią zazwyczaj ekonomiczne rozwiązanie iniekcyjne, a ich konsystencja oraz czas wiązania mogą być regulowane poprzez stosowanie domieszek. Jednak w przypadku dużego napływu wody może dochodzić do wymywania zaczynu, a proces wiązania może zostać opóźniony lub zakłócony na skutek rozcieńczenia w bardzo silnie nawodnionych warstwach gruntu.

SikaFix®-501

- Szybko spieniająca się piana z żywicy krzemianowej o krótkim czasie reakcji (~15 s)
- Pieni się w kontakcie z wodą i bez niej, do 35 razy
- Niska temperatura reakcji (istotna w górnictwie)
- Utwardzanie nie jest zależne od obecności wody (brak zmiany właściwości technicznych)
- Utwardzoną piankę można obrabiać mechanicznie (ciąć)

SikaFix®-601

- Niespieniająca, niepalna żywica krzemianowa o krótkim czasie reakcji (~40 s).
- Bardzo dobra przyczepność nawet do wilgotnych powierzchni
- Niska temperatura reakcji (istotna w górnictwie)
- Utwardzanie nie jest zależne od obecności wody (brak zmiany właściwości technicznych)
- Utwardzona żywica może być obrabiana mechanicznie (cięta, strugana)

Seria SikaFix®-800

- Dostosowywane lokalnie do potrzeb klienta
- Możliwość regulacji urabialności i płynności
- Czyszczenie wyposażenia wodą

ZASTOSOWANIA:

- Stabilizacja rozdrobnionej skały o wysokiej zawartości pustych przestrzeni
- Wypełnianie większych ubytków
- Stabilizacja luźnych skał przed głowicą TBM
- W górnictwie węgla

ZASTOSOWANIA:

- Stabilizacja stref uskoków w suchych, wilgotnych i nawodnionych warstwach gruntów
- Osadzanie kotew
- Iniekcja wyprzedzająca przed czołem tarczy TBM
- W górnictwie węgla

ZASTOSOWANIA:

- Stabilizacja luźnych skał
- Konsolidacja luźnych warstw
- Zatrzymywanie niewielkiej/ograniczonej infiltracji wody

ROZWIĄZANIA INIEKCYJNE SIKA PRZY BUDOWIE TUNELI I W GÓRNICTWIE



1



Zatrzymywanie napływu wody

2



Wypełnianie kawern i pustek

3



Konsolidacja gruntu

4



Stabilizacja podłoża

5



Iniekcje czoła przodka przed głowicą TBM

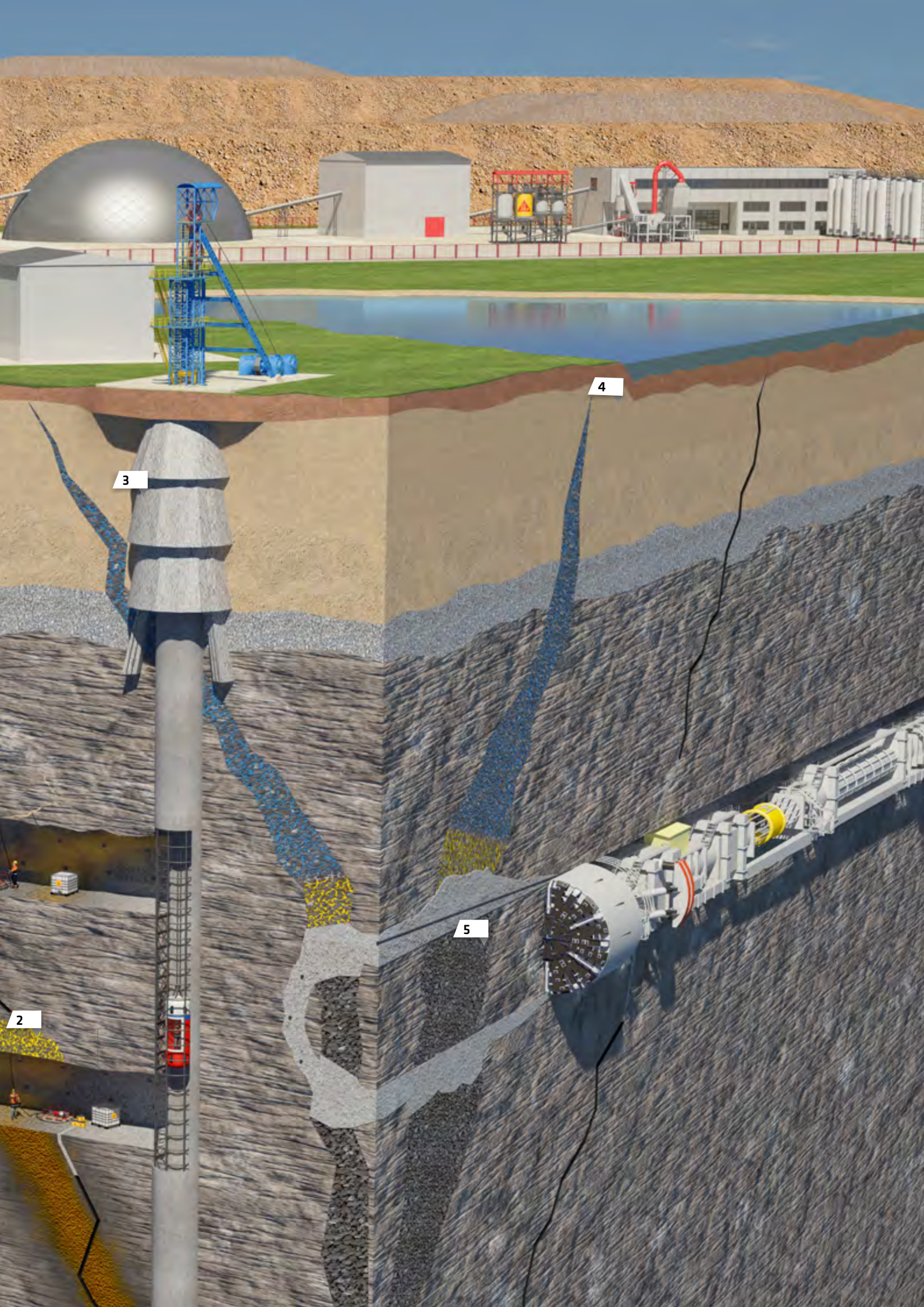
6



Kontrola procesu odstrzału

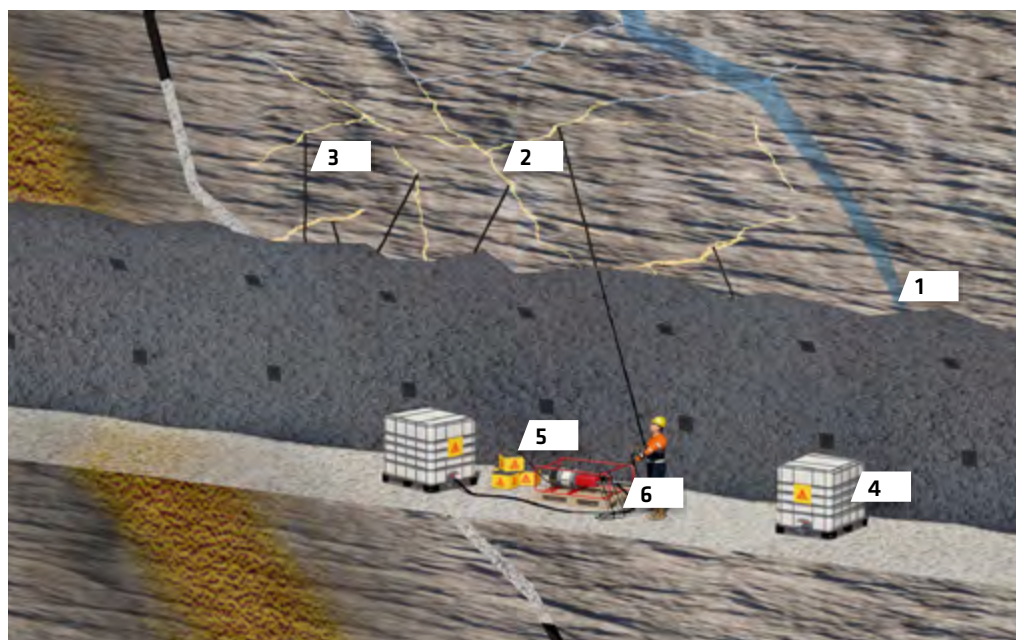
6





NAGŁY NAPŁYW WODY W WYROBISKACH PODZIEMNYCH

NAGŁY NAPŁYW WODY do tuneli i wyrobisk podziemnych stanowi poważne zagrożenie, utrudniając i opóźniając procesy drążenia oraz prowadzenia robót (wyrobisk). Systemy iniekcyjne z żywic poliuretanowych Sika® są skutecznym rozwiązaniem do konsolidacji i stabilizacji gruntu umożliwiającym zapobieganie i/lub przeciwdziałanie różnym sytuacjom związanym z napływem wody.



- 1 Napływ wody
- 2 SikaFix®-210
Materiał iniekcyjny
- 3 Lanca iniecyjna
z pakerem
- 4 Opakowanie IBC SikaFix®-210
składnik A lub B
- 5 Wymieszany z przyspiesza-
czem SikaFix®-210
- 6 Pompa do iniekcji materiałów
dwuskładnikowych

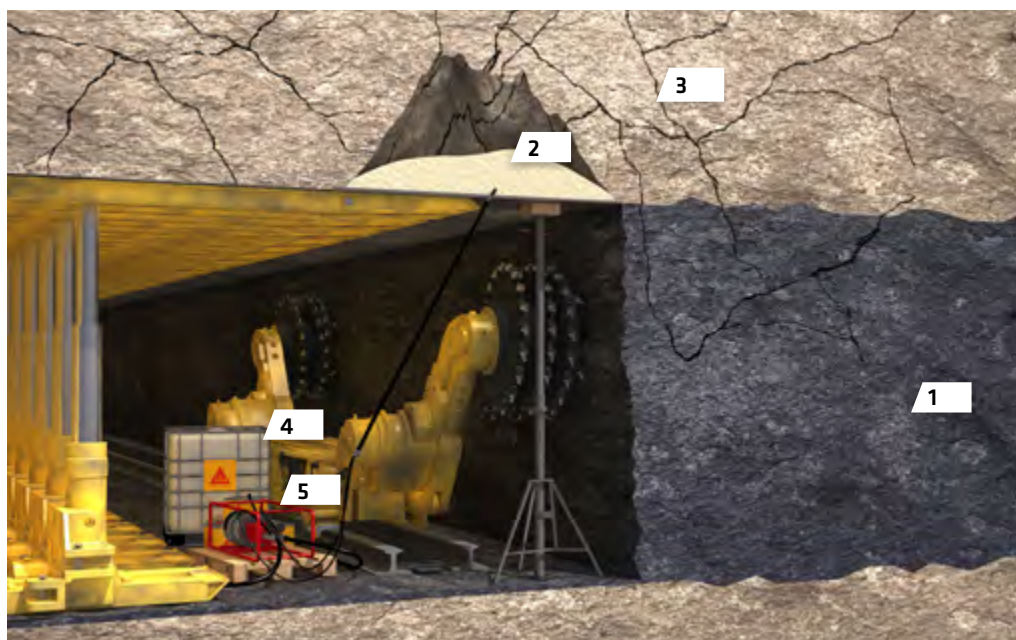
SZYBKO REAGUJĄCE ŻYWICE POLIURETANOWE DO ZATRZYMYWANIA NAGŁYCH NAPŁYWÓW WODY

SikaFix®-210 to dwuskładnikowa żywica poliuretanowa, która penetruje ośrodek gruntowy i utwardza się, zapewniając wzmocnienie i stabilizację stref uskoków. W warunkach intensywnego napływu wody SikaFix®-210 stanowi szczególnie skuteczne rozwiązanie dzięki swojej specjalnej formule, która w kontakcie z wodą wykazuje lekkie pienienie, umożliwiające zwiększenie objętości i bardzo efektywne zatrzymanie napływu wody. SikaFix®-210 może być stosowany z przyspieszaczami, które stosuje się w celu zwiększenia stopnia spienienia oraz regulacji czasu ekspansji. W warunkach silnego napływu wody szybka ekspansja piany jest kluczowym czynnikiem umożliwiającym skuteczne zatrzymanie wody.



WYPEŁNIANIE KAWERN I PUSTEK

WYPEŁNIENIE KAWERN I PUSTKI stosuje się w celu konsolidacji stref spękanych oraz stabilizacji ośrodka gruntowego, aby zapewnić szybszy i bezpieczniejszy przebieg robót. Szybko spieniające się materiały iniekcyjne Sika® na bazie krzemianów charakteryzują się wysokimi współczynnikami ekspansji, co umożliwia bezpieczne wypełnianie dużych kawern i pustek.



- 1 Pokład węgla
- 2 SikaFix®-501
Materiał iniekcyjny
- 3 Niestabilne warstwy
- 4 Opakowanie IBC SikaFix®-501
składnik A lub B
- 5 Pompa do iniekcji materiałów dwuskładnikowych

WYPEŁNIANIE KAWERN I PUSTEK PIANAMI

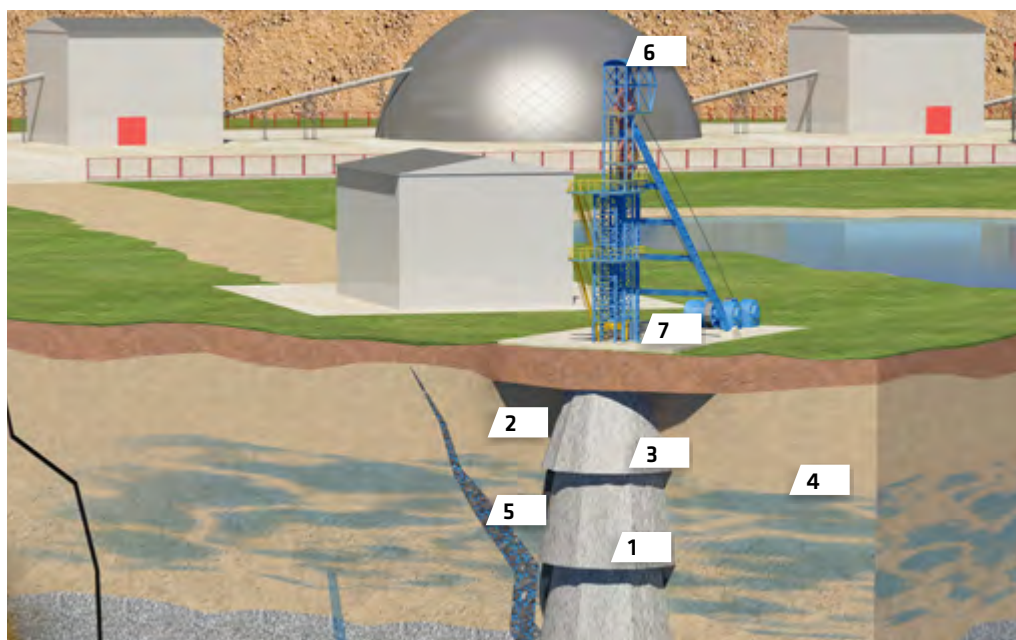
SikaFix®-501 to żywica iniekcyjna na bazie krzemianów, zaprojektowana z myślą o wysokim współczynniku ekspansji (około 35-krotnym). Umożliwia to wypełnianie i stabilizację dużych pustek oraz zapewnia dodatkowe podparcie stropu i ociosów wyrobiska. Produkt stosowany jest również do stabilizacji rozluźnionych skał oraz stref uskokowych o dużej objętości pustek. SikaFix®-501 wykorzystuje się w górnictwie węgla do konsolidacji zawalonych lub zniszczonych fragmentów stropu (warstw wiszących) nad pokładem węgla. Produkt charakteryzuje się niską temperaturą reakcji, co czyni go odpowiednim do zastosowań w górnictwie węgla.

SikaFix®-110 to piana z żywicy poliuretanowej przeznaczona do wypełniania i stabilizacji mniejszych pustek oraz kawern. Ze względu na wysoką temperaturę reakcji nie jest zalecana do stosowania w górnictwie węgla. SikaFix®-110 ma dodatkową zaletę polegającą na tym, że rozpoczyna spienianie i ekspansję zarówno w obecności wody, jak i bez niej.



KONSOLIDACJA GRUNTU

SKUTECZNYM SPOSOBEM NA STABILIZACJĘ NIEZWIĄZANYCH masywów geologicznych, spękanych warstw skalnych oraz gruntów przepuszczalnych jest zastosowanie zaczynów cementowych. Seria materiałów SikaFix®-800 zapewnia doskonałe właściwości penetracyjne i konsolidacyjne. Systemy te oparte są na specjalnie opracowanych mieszankach cementów oraz mikrocementów z dodatkiem domieszek Sika®, które służą do regulacji lepkości oraz przyspieszania wiązania i twardnienia materiału.



- 1 Iniekcja parasolowa przed głębieniem szybu
- 2 Utwory czwartorzędowe nad podłożem skalnym
- 3 Iniekcja wstępna materiały serii SikaFix®-800
- 4 Poziom wód gruntowych
- 5 Strefa uskoku
- 6 Wieża szybowa
- 7 Nadszybie

USZCZELNIANIE I STABILIZACJA NIEZWIĄZANYCH, LUŻNYCH GRUNTÓW

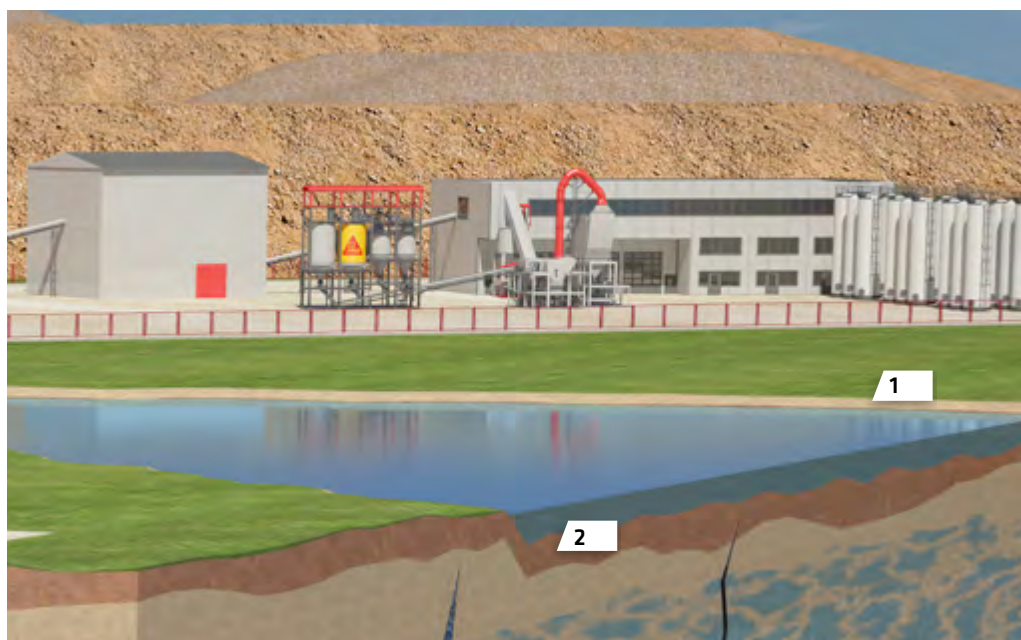
Najbardziej ekonomiczną metodą konsolidacji i stabilizacji luźnych gruntów jest iniekcja zaczynami cementowymi lub mikrocementami. Ze względu na wyraźne korzyści ekonomiczne jest to również metoda najczęściej stosowana. Z uwagi na lokalne różnice w składzie chemicznym i jakości cementu stosuje się domieszki Sika®, które umożliwiają dostosowanie urabialności, płynności oraz czasu wiązania do wymagań danego projektu. Mikrocementy stosowane są do uszczelniania i stabilizacji w celu zapobiegania napływowi wody. Jednak w zależności od warunków gruntowych oraz ciśnienia wody, może być konieczne zastosowanie iniekcji z użyciem żywicy.

Skuteczny system konsolidacji podłoża można często uzyskać poprzez zastosowanie zaczynów cementowych Sika® w połączeniu z chemicznymi systemami iniekcyjnymi Sika®, takimi jak SikaFix®-210, SikaFix®-301 lub SikaFix®-601.



STABILIZACJA PODŁOŻA

SIKA OFERUJE PEŁNĄ GAMĘ PRODUKTÓW I SYSTEMÓW INIEKCYJNYCH do wypełniania, stabilizacji i konsolidacji podłoża w różnych warunkach geologicznych. W sytuacjach, w których podłoże ma stosunkowo niską przepuszczalność, żywice iniekcyjne Sika® na bazie akrylanów, dzięki swojej niskiej lepkości, konsystencji podobnej do wody i zdolności penetracji, zapewniają doskonałe parametry w porównaniu z innymi żywicami chemicznymi i rozwiązaniami opartymi na zaczynach cementowych.



- 1 Zapora zbiornika odpadów poflotacyjnych (zapora narzutowa)
- 2 Warstwa uszczelniająca z gliny

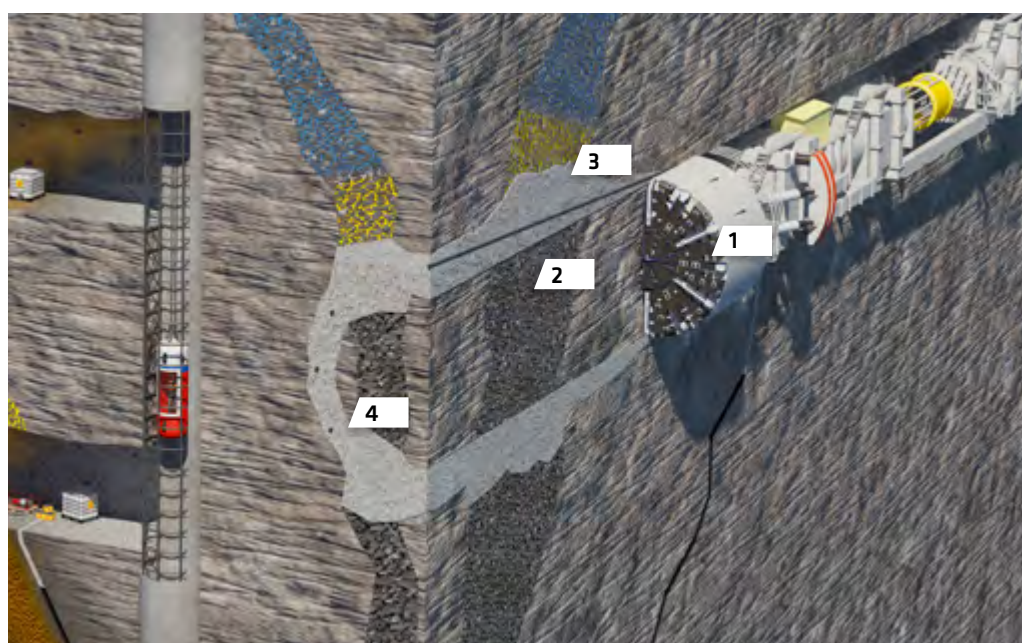
ZAPORY NARZUTOWE

Zapory narzutowe to nasypy wykonane z zagęszczonego materiału ziarnistego o niskiej przepuszczalności. Konstrukcje tego typu stosowane są jako wały odpadów poflotacyjnych oraz zapory w energetyce wodnej. Ze względu na bardzo niską lepkość żywicy akrylanowej SikaFix®-301, zbliżoną do lepkości wody, produkt ten może być iniektowany w drobne pustki takich słabo przepuszczalnych konstrukcji. SikaFix®-301 penetruje nawet drobne piaski, a proces polimeryzacji rozpoczyna się już w trakcie aplikacji, co prowadzi do powstania bardzo odpornego systemu uszczelniającego oraz stabilizacji podłoża. Inne materiały iniekcyjne, takie jak zaczyny cementowe, żywice poliuretanowe czy krzemianowe, nie są w stanie penetrować tak drobnych pustek i struktur o bardzo niskiej przepuszczalności.



INIEKCJE CZOŁA PRZODKA PRZED GŁOWICĄ TBM

WYKORZYSTANIE MASZYN TBM DO BUDOWY TUNELI w obszarach silnie zurbanizowanych, takich jak miasta i obszary miejskie, jest dziś powszechnie stosowane. Jednak w przypadku występowania stref uskokowych oraz niezwiązanych formacji geologicznych zawsze wiąże się to ze zwiększonym ryzykiem. Potencjalne zawały oraz nagłe napływy wody muszą być bezwzględnie eliminowane, ponieważ utrata kontroli nad procesem drążenia może generować bardzo wysokie koszty. Ryzyko to można skutecznie ograniczyć poprzez zastosowanie systemów iniekcji wyprzedzającej Sika®, które służą do konsolidacji i stabilizacji gruntu przed czołem maszyny TBM.



- 1 TBM
- 2 Strefa uskoku
- 3 SikaFix®-501 materiał iniekcyjny
- 4 Cementowa iniekcja wyprzedzająca

PRODUKTY INIEKCYJNE DO ZASTOSOWAŃ Z MASZYNAMI TBM

SikaFix®-501 posiada optymalne właściwości do wypełniania pustek oraz stabilizacji luźnych warstw gruntu przed głowicą drążącą TBM. Ponadto, po utwardzeniu ta pianka z żywicy krzemianowej nie wywiera negatywnego wpływu na głowicę urabiającą TBM podczas późniejszego przechodzenia przez zainiektowany obszar.

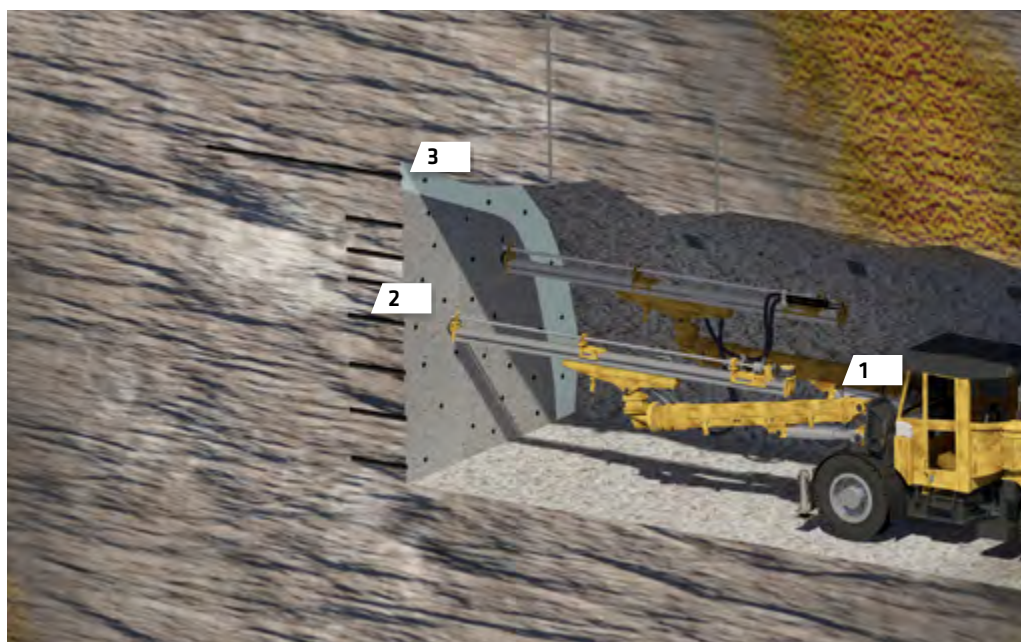
SikaFix®-301 jest przeznaczony do stosowania do iniekcji wyprzedzającej przed głowicą urabiającą w warunkach luźnych gruntów oraz silnie zwietrzałych stref przed maszyną TBM, w tym również przy zastosowaniu technologii równoważenia ciśnienia gruntu (EPB).

Żywice SikaFix® wspierają prowadzenie efektywnych i szybkich cykli iniekcji oraz drążenia.



KONTROLA PROCESU ODSTRZAŁU

NADMIERNE ODSPAJANIE SKAŁ stanowi istotny problem w robotach podziemnych prowadzonych metodą wiercenia i odstrzału, zwłaszcza w kopalniach eksploatujących wąskie żyły. Prowadzi ono do przekroczenia projektowanego obrysu wyrobiska, uszkodzeń stropu i ociosów oraz zwiększenia zakresu prac zabezpieczających. Zjawisko to można skutecznie ograniczyć poprzez stabilizację górotworu przed odstrzałem przy użyciu systemów iniekcyjnych z żywicy krzemianowych Sika®. Iniekcja wykonywana jest przed kolejnym cyklem strzałowym w celu poprawy spójności i wytrzymałości ośrodka.



- 1 Wiertnica Boomer
- 2 Otwory strzałowe
- 3 Otwory do iniekcji wyprzedzającej

PRODUKTY INIEKCYJNE DO KONTROLI PROCESU ODSTRZAŁU

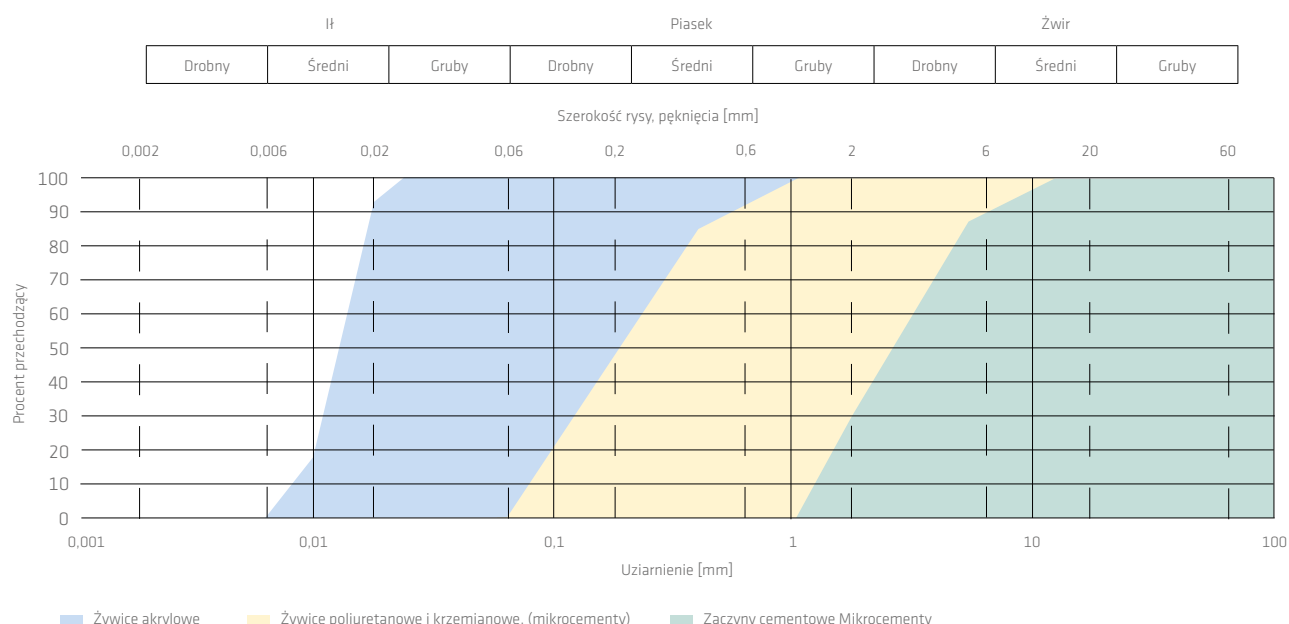
Ze względu na kruchy i niestabilny charakter maszyn skalnych w wielu podziemnych kopalniach i podczas budowy tuneli, nadmierne odspajanie jest częstym zjawiskiem podczas wiercenia i robót strzałowych w komorach eksploatacyjnych. W przypadku kopalni takie nadmierne odspajanie zwiększa rozcieńczenie urobku, a tym samym jednostkowe koszty produkcji kopalni. W przypadku tuneli prowadzi do zwiększenia ilości urobku do usunięcia i zwiększenia zakresu robót zabezpieczających. Iniekcja wyprzedzająca z zastosowaniem żywicy krzemianowej SikaFix®-601 stanowi skuteczne rozwiązanie do stabilizacji warstw skalnych oraz znacznego ograniczenia nadmiernego odspajania w obrębie ociosów i stropu komór eksploatacyjnych a także do poprawy kontroli obrysu tunelu. Otwory iniekcyjne są wiercone, a następnie przed wykonaniem robót strzałowych wprowadza się dwuskładnikową żywicę. Żywica penetruje ośrodek skalny i następnie twardnieje, skutecznie wypełniając spękania i pustki. Proces iniekcji prowadzony jest przy użyciu standardowych pomp do iniekcji materiałów dwuskładnikowych.



TABELA DOBORU MATERIAŁÓW INIEKCYJNYCH SikaFix®

PONIŻSZA TABELA ma na celu wskazanie, który rodzaj materiału iniekcyjnego najlepiej nadaje się do stosowania w różnych warunkach gruntowych. Poszczególne technologie iniekcyjne charakteryzują się również odmienną efektywnością kosztową, zależną od właściwości masywu skalnego. Jest to uzależnione od uziarnienia, wskaźnika jakości skały i obecności wody. Poniższa tabela przedstawia najbardziej odpowiednią technologię żywiczną dla różnych zakresów uziarnienia, które zazwyczaj stanowi czynnik decydujący w kontekście przepuszczalności gruntu oraz zdolności penetracji żywicy.

Tabela doboru materiałów iniekcyjnych do konsolidacji gruntu i stabilizacji podłoża



RÓŻNE WARUNKI GRUNTOWE, RÓŻNE TECHNOLOGIE

Ze względu na stosunkowo niski koszt, zaczyny cementowe są często stosowane do stabilizacji gruntów niezwiązanych oraz ograniczania niewielkich napływów wody. Mniejszych szczelin i spękań w skałach zazwyczaj nie da się skutecznie wypełnić przy użyciu standardowych zaczynów cementowych, dlatego konieczne jest zastosowanie mikrocementów. Materiały iniekcyjne na bazie żywic chemicznych charakteryzują się zazwyczaj znacznie lepszą zdolnością penetracji dzięki ich niskiej lepkości. W przypadku szybkiego napływu wody i/lub wysokiego ciśnienia hydrostatycznego, szybko reagujące żywice chemiczne, takie jak poliuretanowe czy krzemianowe, stanowią jedyne skuteczne rozwiązanie do zatrzymywania napływu wody oraz konsolidacji luźnych lub drobno spękanych warstw skalnych. Dodatkowo, ryzyko wymywania jest znacząco ograniczone przy zastosowaniu szybko wiążących, a zwłaszcza ekspandujących, reaktywnych materiałów iniekcyjnych Sika®.



ZALETY ROZWIĄZAŃ SIKI

OD MOMENTU POWSTANIA W 1910 ROKU firma Sika uczestniczy w realizacji największych i najbardziej wymagających projektów budownictwa podziemnego na całym świecie. Dostarczanie niezawodnych i innowacyjnych rozwiązań dla kopalń i tuneli należy od tego czasu do kluczowych priorytetów działalności firmy. Obecnie Sika posiada lokalne spółki w ponad 90 krajach oraz ponad 160 zakładów produkcyjnych, które wspierają globalną sieć serwisową i dystrybucyjną. Sika wnosi do każdego projektu ponad 100 lat doświadczenia w budownictwie podziemnym – budując zaufanie.

DOŚWIADCZENIE SIKI W ZAKRESIE INIEKCJI



- Wiza lokalna i dobór odpowiedniej koncepcji rozwiązania
- Dobór właściwego materiału i metody aplikacji
- Dobór najbardziej efektywnych kosztowo materiałów i technologii w celu maksymalizacji korzyści dla klienta
- Szczegółowa dokumentacja produktu i procesu aplikacji

GLOBALNA OBECNOŚĆ I WSPARCIE LOKALNE



- Obecność w ponad 90 krajach, 160 zakładów produkcyjnych oraz regionalne centra wsparcia technicznego
- Zapewnienie najbardziej efektywnej logistyki oraz łańcuchów dostaw
- Wyszczegółowane zespoły w zakresie budowy tuneli i górnictwa we wszystkich regionach

WSPARCIE TECHNICZNE PODCZAS PRAC



- Lokalne zespoły ekspertów Sika
- Badania i wsparcie techniczne podczas prac
- Procedury kontroli jakości oraz listy kontrolne

SZKOLENIE TECHNICZNE I PRAKTYCZNE



- Sika prowadzi lokalne szkolenia bezpośrednio na miejscu realizacji (budowa tunelu/wyrobisko), ukierunkowane na zwiększenie i optymalizację korzyści wynikających ze stosowania materiałów i technologii Sika®.

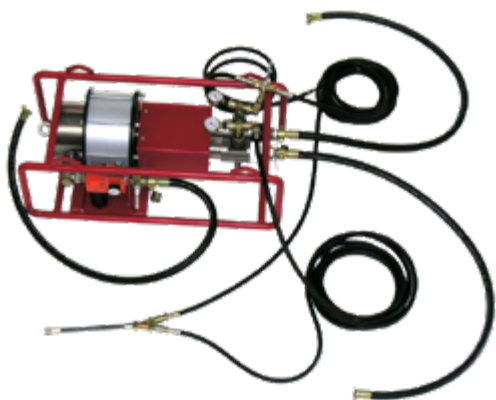
WYPOSAŻENIE I AKCESORIA DO SKUTECZNEGO WYKONYWANIA INIEKCJI

POMPY INIEKCYJNE DO SKUTECZNEJ INIEKCJI I KONSOLIDACJI

Chemiczne materiały iniekcyjne stosowane podczas budowy tuneli i w górnictwie to zazwyczaj produkty dwuskładnikowe, zaprojektowane tak, aby charakteryzowały się krótkim czasem reakcji. Umożliwia to szybką konsolidację gruntu oraz zatrzymanie lub zapobieganie napływowi wody, a tym samym możliwie szybkie wznowienie robót budowlanych lub górniczych. Ze względu na konieczność stosowania dużych ilości tych materiałów wykorzystuje się pompy do materiałów dwuskładnikowych, które podają oba komponenty oddzielnie. Składniki są mieszane dopiero na końcowym etapie – w dyszy, bezpośrednio w miejscu iniekcji do ośrodka gruntowego. Sika oferuje różnorodne systemy lanc i pakerów iniekcyjnych. Zastosowanie pomp do materiałów dwuskładnikowych pozwala ograniczyć straty materiału oraz uniknąć problemów związanych z wydzielaniem ciepła reakcji (reakcji egzotermicznej), a także ułatwia czyszczenie i konserwację sprzętu. W przypadku materiałów iniekcyjnych na bazie cementu stosuje się inne typy urządzeń pompujących.

POMPY PNEUMATYCZNE DO DWUSKŁADNIKOWYCH MATERIAŁÓW INIEKCYJNYCH SIKA NA BAZIE POLIURETANU I KRZEMIANÓW

Pompy tłokowe do materiałów dwuskładnikowych są wytrzymałymi urządzeniami, specjalnie zaprojektowanymi do pracy w wymagających warunkach podziemnych. Umożliwiają one uzyskanie wysokiej wydajności tłoczenia przy podwyższonym ciśnieniu.



POMPY DO DWUSKŁADNIKOWYCH MATERIAŁÓW INIEKCYJNYCH SIKA NA BAZIE AKRYLANÓW

System iniekcyjny z żywicą akrylanową SikaFix®-301 wymaga zastosowania specjalistycznego sprzętu pompującego ze względu na jego (stosunkowo) długi czas reakcji oraz konieczność podawania dużych objętości materiału.



SPECJALNE GŁOWICE MIESZAJĄCE DO ŻYWIC INIEKCYJNYCH

Sika oferuje specjalne głowice mieszające do żywic iniekcyjnych, zapewniające optymalne działanie dla wszystkich technologii żywic iniekcyjnych. Obejmują one przewody mieszające wyposażone w wymuszony mieszalnik statyczny, który gwarantuje prawidłowe wymieszanie obu składników.



Przewód mieszający z mieszalnikiem statycznym do żywic poliuretanowych Sika

Mieszalnik do żywic poliuretanowych Sika ma mniejszą długość całkowitą oraz większą średnicę zewnętrzną w porównaniu do mieszalnika do żywic krzemianowych Sika.

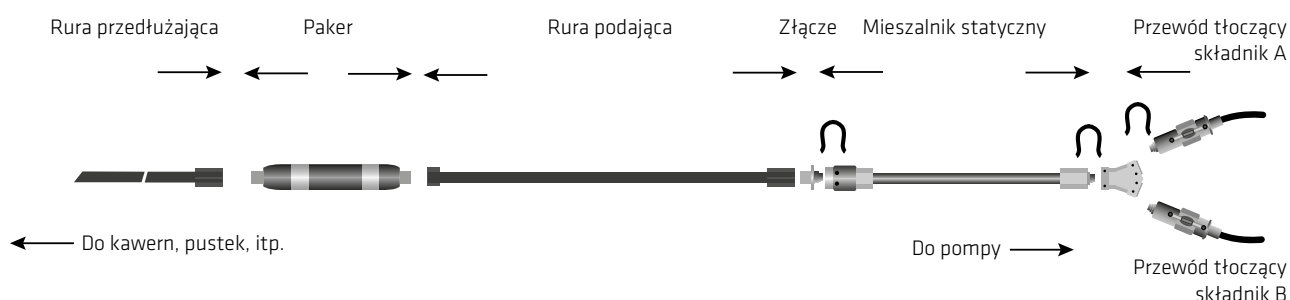


Przewód mieszający z mieszalnikiem statycznym do żywic krzemianowych Sika

Mieszanie żywic krzemianowych wymaga większej energii, dlatego przewody mieszające są dłuższe, a mieszalniki statyczne mają mniejszą średnicę.

SYSTEMY LANC INIEKCYJNYCH I PAKERÓW INIEKCYJNYCH SIKA

Sika oferuje szeroką gamę systemów lanc i pakerów iniekcyjnych. Zazwyczaj są one montowane i łączone w sposób przedstawiony poniżej:



SIKAFIX® SPRZĘT INIEKCYJNY / SYSTEM CZYSZCZENIA POMP

System Sika® Injection Cleaning obejmuje pełną gamę środków do czyszczenia oraz konserwacji pomp, zapewniających efektywne i niezawodne użytkowanie, przechowywanie oraz ponowne wykorzystanie wszystkich typów pomp iniekcyjnych stosowanych z produktami z gamy SikaFix®. Wszystkie środki czyszczące i konserwujące Sika nie zawierają CFC (chloro-fluorowęglowodórów), FC (fluorowęglowodórów) oraz chloru/chlorków.



	Piany poliuretanowe	Żywice poliuretanowe	Żywice krzemianowe	Żywica akrylowa	Produkty na bazie cementu
	SikaFix®-110	SikaFix®-210	SikaFix®-501/601	SikaFix®-301	Sika® InjectoCem®-190
Czyszczenie pośrednie	Sika® Injection Cleaner C1	Sika® Injection Cleaner C1	Składnik A: Woda, Składnik B: Sika® Injection Cleaner C1	Woda	Woda
Końcowe czyszczenie	Sika® Injection Cleaner C 1	Sika® Injection Cleaner C 1	Sika® Injection Cleaner C 1	Woda + standardowy płyn do mycia naczyń	Woda
Usuwanie utwardzonego materiału	Sika® Injection Cleaner C 2	Sika® Injection Cleaner C 2	Sika® Injection Cleaner C 2	Sika® Injection Cleaner C 2	Mechanicznie
Konserwacja pomp	Sika® Injection Conservator	Sika® Injection Conservator	Sika® Injection Conservator	Sika® Injection Conservator	Sika® Injection Conservator

REFERENCJE

KOPALNIA

NAPŁYW WODY



PROBLEM GÓRNICZY

W kopalni budowana była pochylnia (rampa zjazdowa) w celu uzyskania dostępu do złoża metodą konwencjonalną, tj. wiercenia i robót strzałowych. Masyw skalny zbudowany z gnejsu charakteryzuje się dobrą wytrzymałością, jednak jest silnie spękany, co umożliwia intensywny napływ wody do infrastruktury kopalni. Podczas drążenia natrafiono na problematyczną strefę o wysokim napływie wody rzędu 200 m³/h, przy czym główny napływ, wynoszący około 100 m³/h, koncentrował się w jednym miejscu. Wydajność pompowania w kopalni była ograniczona do około 400 m³/h, w związku z tym konieczne było podjęcie pilnych działań.

WYMAGANIA PROJEKTU

- Szybkie zatrzymanie napływu wody pod wysokim ciśnieniem hydrostatycznym z zastosowaniem iniekcji
- Ograniczenie zużycia zasobów kopalni na odprowadzanie wody

ROZWIĄZANIA SIKA

- Zatrzymanie napływu wody przy użyciu szybko reagującej żywicy poliuretanowej SikaFix®-210 o krótkim czasie wiązania oraz przyspieszaczy SikaFix® AC-21 i SikaFix® AC-21 SF w celu dalszego skrócenia czasu reakcji oraz zapobiegania wymywaniu

WYPOSAŻENIE DO INIEKCJI

- Pompa do iniekcji materiałów dwuskładnikowych wyposażona w specjalne głowice mieszające do żywic poliuretanowych, przewody oraz lance iniekcyjne

KOPALNIA

KONTROLA PROCESU ODSTRZAŁU



PROBLEM GÓRNICZY

W tej kopalni występowały częste trudności w utrzymaniu projektowanego profilu wyrobiska podczas drążenia metodą wiercenia i robót strzałowych w obrębie złoża. Wykonawca robót górniczych nie był również w stanie kontrolować rozcięcia urobku z powodu znacznego nadmiernego odrywów stropu i ociosów. Prowadziło to do szybkiego zużycia stalowych elementów obudowy oraz podpór drewnianych.

WYMAGANIA PROJEKTU

- Szybka stabilizacja i wzmocnienie górotworu
- Uzyskanie wytrzymałości co najmniej 20 MPa w ciągu 1 godziny
- Odpowiednia wytrzymałość podczas kolejnych robót strzałowych
- Rozwiązanie przyjazne środowisku, ponieważ wykopy wykonywano na stosunkowo płytkich poziomach

ROZWIĄZANIA SIKA

- Żywica krzemianowa SikaFix®-601
- Wysokie wytrzymałości po krótkim czasie utwardzania
- Iniekcja do głębokości 10 m

WYPOSAŻENIE DO INIEKCJI

- Pompa tłokowa do materiałów dwuskładnikowych ze specjalnymi głowicami mieszającymi do żywic krzemianowych
- Iniekcja prowadzona przez system pakerów rozprężnych (inflacyjnych)

INIEKCJE CZOŁA PRZODKA PRZED GŁOWICĄ TBM



PROBLEM PODCZAS BUDOWY TUNELU

Dwa równoległe tunele kolei dużych prędkości o długości około 6,8 km były drążone przy użyciu maszyny TBM, a po wykonaniu wykopu obudowywano go prefabrykowanymi betonowymi segmentami. Na niektórych odcinkach, ze względu na występowanie słabych gruntów oraz wynikające z tego wysokie ciśnienie działające na głowicę urabiającą TBM, proces drążenia ulegał opóźnieniom.

WYMAGANIA PROJEKTU

- Konieczne było szybkie wzmocnienie i skonsolidowanie gruntu, aby umożliwić dalsze drążenie tuneli oraz bezpieczne i stabilne osadzanie segmentów prefabrykowanych. Wymagane było rozwiązanie możliwe do zastosowania przed czołem TBM, które:
- umożliwi łatwe urabianie gruntu przez tarczę TBM
- uszczelni i wypełni pustki w strefach osłabionych
- charakteryzuje się krótkim czasem reakcji i utwardzania
- będzie dostępne w dużych ilościach, umożliwiającą szybką dostawę

ROZWIĄZANIA SIKA

- Piana z żywicy krzemianowej SikaFix®-501 dostarczana w kontenerach IBC
- Lokalnie zorganizowany łańcuch dostaw dla SikaFix®-501 w kontenerach IBC
- Dostawa pierwszych trzech transportów samochodowych w ciągu tygodnia

WYPOSAŻENIE DO INIEKCJI

- Pompa iniekcyjna do materiałów dwuskładnikowych ze specjalnymi głowicami mieszającymi do żywicy krzemianowych wraz z dodatkowymi przewodami mieszającymi do żywicy krzemianowych

STABILIZACJA SKAŁ POPRZECZ INIEKCJĄ WYPRZEDZAJĄCĄ



PROBLEM PODCZAS BUDOWY TUNELU

Wiele informacji na temat warunków geologicznych uzyskano z drążenia maszyną TBM pierwszego tunelu w ramach projektu podwójnych tuneli. Zidentyfikowano wysokie prawdopodobieństwo wystąpienia znacznego napływu wody oraz obszarów niestabilnych warstw skalnych przed czołem TBM. Aby zwiększyć efektywność pracy maszyny TBM podczas drążenia drugiego tunelu zastosowano iniekcję wyprzedzającą masywu skalnego przy użyciu mikrocementu. Celem było znaczące ograniczenie napływu wody z przewidywanego poziomu 250–300 l/s do wartości poniżej 50 l/s, szczególnie na odcinku 840 m bardzo niestabilnych skał. Umożliwiło to zwiększenie postępu drążenia TBM oraz zapewnienie szybszego i bezpieczniejszego prowadzenia robót.

WYMAGANIA PROJEKTU

- Konsolidacja niestabilnych warstw skalnych
- Znaczące ograniczenie natężenia napływu wody
- Wysokie wymagania środowiskowe dotyczące stosowanych materiałów w obrębie zwierciadła wód gruntowych oraz stref ochrony wód podziemnych

ROZWIĄZANIA SIKA

- Iniekcja zaczynem cementowym dostosowanym do lokalnych warunków
- Zastosowanie mikrocementów (niskoalkalicznych) w połączeniu z domieszkami Sika® – przyspieszaczami, stabilizatorami i plastifikatorami – w celu uzyskania wymaganej wysokiej płynności

WYPOSAŻENIE DO INIEKCJI

- Wyposażenie do mieszania i pompowania zaczynów cementowych

FIRMA GLOBALNA - LOKALNY PARTNER



WIĘCEJ INFORMACJI NA TEMAT HYDROIZOLACJI:



JESTEŚMY SIKA

Sika jest firmą specjalizującą się w chemii specjalistycznej, która zajmuje wiodącą pozycję w rozwoju i produkcji systemów i produktów do klejenia, uszczelniania, tłumienia, wzmacniania i ochrony w sektorze budowlanym i w przemyśle motoryzacyjnym. Linie produktów firmy Sika obejmują domieszki do betonu, zaprawy, uszczelniacze i kleje, systemy wzmacniania konstrukcji, podłogi, a także systemy dachowe i hydroizolacyjne.

Sprzedaż, w której stroną sprzedającą jest Sika Poland Sp. z o.o. z siedzibą w Warszawie, jest realizowana zgodnie z aktualnie obowiązującymi Ogólnymi Warunkami Sprzedaży Sika (w skrócie OWS), określającymi prawa i obowiązki stron umów sprzedaży towarów Sika.

Przed zastosowaniem należy zapoznać się z aktualną Kartą Informacyjną produktu.



SIKA POLAND Sp. z o.o.

ul. Karczkowska 89 • 02-871 Warszawa

tel.: +48 22 272 87 00

sika.poland@pl.sika.com

www.sika.pl

BDO 000015415

BUILDING TRUST

