

# DSI Hollow Bar System

System żerdzi samowiercących  
Edycja dla budownictwa inżynierskiego





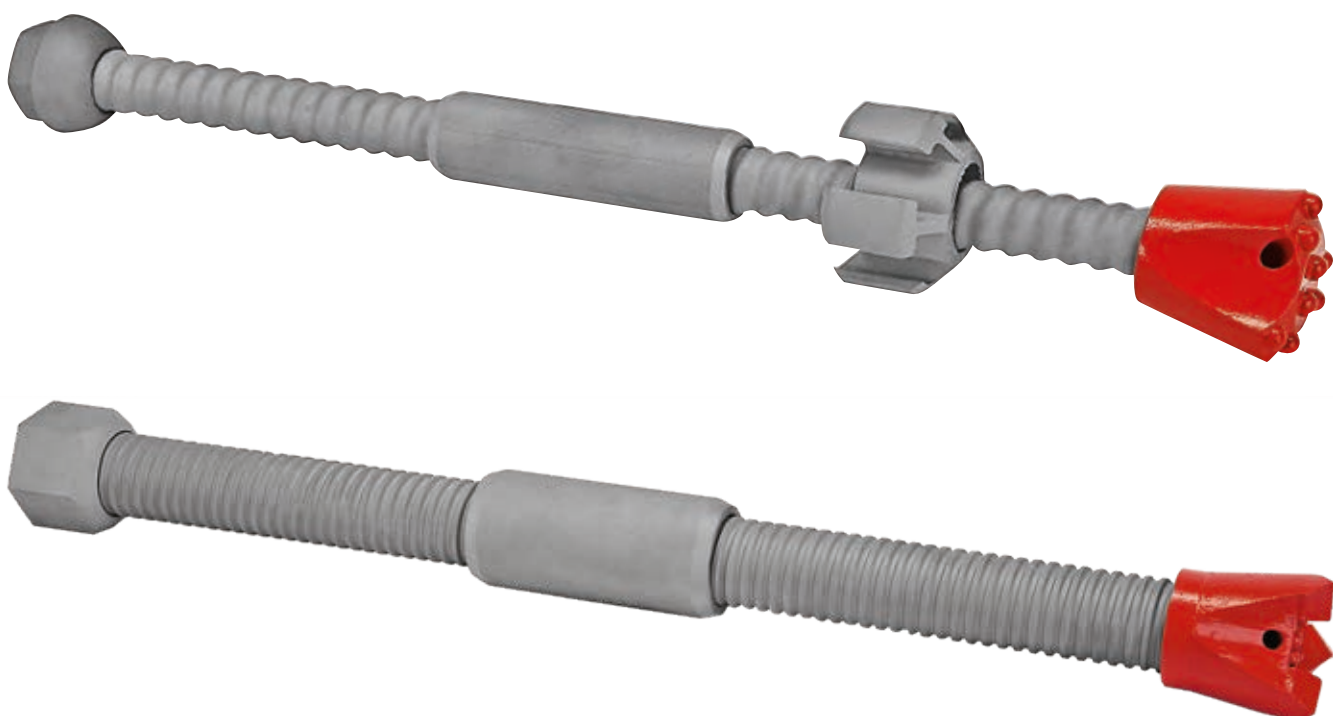
# Spis treści

System samowierzący DSI Hollow Bar	4
Produkcja oraz centrum kompetencyjne	5
Rozwiązanie systemowe	6
Gwoździe gruntowe i skalne	10
Kotwy gruntowe	14
Mikropale	18
Lanca iniekcyjna i systemy DSI Inject	22
Parametry techniczne	24
Ochrona antykorozyjna	28
Koronki wiertnicze	32
Instalacja w technologii samowierzącej	34
Badania i monitoring	37
Strategia zamkniętej pętli	42
Akcesoria systemowe	44
Gwóźdź rozporowy S-D	46
Głowiczka rozporowa	48
Podatna głowica kotwiąca	49
Łącznik z blokadą	50
Łącznik z uszczelnieniem	51
Łącznik do iniekcji wtórnej	52
Nakrętki specjalnego zastosowania	53
Elementy zakotwienia	54
Płyta hybrydowa	56
Osprzęt do wiercenia	57
Osprzęt do iniekcji	59
Pompy mieszające DSI MAI®	60
Miernik ciśnienia iniekcji DSI MAI® LOG	62
Dokumenty odniesienia	63

# System samowiercący DSI Hollow Bar

## Wstęp

System DSI Hollow Bar jest to system iniekcyjnych żerdzi samowiercących stosowany w budownictwie podziemnym oraz w inżynierii lądowej. W budownictwie podziemnym może być wykorzystywany do palowania, gwoździowania, stabilizacji tuneli, jako obudowa wyprzedzająca oraz jako lanca do prac iniekcyjnych. System DSI Hollow Bar ma również szerokie zastosowanie w budownictwie inżynieryjnym – jako gwoździe gruntowe i skalne, mikropale oraz kotwy gruntowe. System ten jest kompleksowym rozwiązaniem do wiercenia, jednoczesnego płukania oraz do iniekcji, a sama żerdź finalnie pełni funkcję elementu nośnego. Trudne warunki gruntowe oraz niestabilność ścian otworu nie stanowią żadnej przeszkody dla stosowania systemu DSI Hollow Bar. Sandvik Ground Support posiada wieloletnie doświadczenie w projektowaniu, rozwijaniu, produkcji oraz dystrybucji systemu iniekcyjnych żerdzi samowiercących DSI Hollow Bar.



# Produkcja oraz centrum kompetencyjne



## Lokalizacja

- Globalne centrum kompetencyjne systemu DSI Hollow Bar w Pasching, Austria
- Produkcja żerdzi w oparciu o autorską technologię DSI walcowania na zimno
- Bezpieczeństwo dzięki całkowicie zamkniętej i zautomatyzowanej linii produkcyjnej
- Rozwój i badania

## Portfolio

- System DSI Hollow Bar
  - Typ R32
  - Typ R38
  - Typ R51
  - Typ T76
- Żerdzie z gwintem ciągłym
- Akcesoria systemowe
  - Centralny magazyn wysokiego składowania

## Liczby

- Całkowita roczna wydajność
  - Żerdź referencyjna R32 o masie 4 kg/m
  - Do 5,6 mln m/do 22.500 t
- Prędkość walcowania na zimno
  - 13 m/min
- Zapewnienie jakości
  - Śledzenie kluczowych wskaźników
  - System produkcji Sandvik Ground Support oparty na TPS oraz lean management



# Rozwiązanie systemowe

## Opis systemu

- System żerdzi samowiercących
- Duże korzyści stosowania w warunkach niestabilnych ścian otworu wiertniczego
- Samowiercąca instalacja bez orurowania, z traconą koronką wiertniczą
- Instalacja przy użyciu standardowych urządzeń wiertniczych (obrotowych lub obrotowo-udarowych)
- Żerdź drążona z ciągłym, lewym, walcowanym na zimno, zewnętrznym gwintem, wykorzystywana jako żerdź wiertnicza podczas instalacji
- Łatwe przedłużanie żerdzi przy zastosowaniu łączników (muf)
- Iniekcja zaczynu jest możliwa zarówno podczas wiercenia przy użyciu obrotowej głowicy płuczkowej, jak i po zakończeniu wiercenia (iniekcja wtórna)
- Budowa i parametry gwintu umożliwiają bardzo dobre połączenie żerdzi z zaczynem cementowym



## Główne zalety

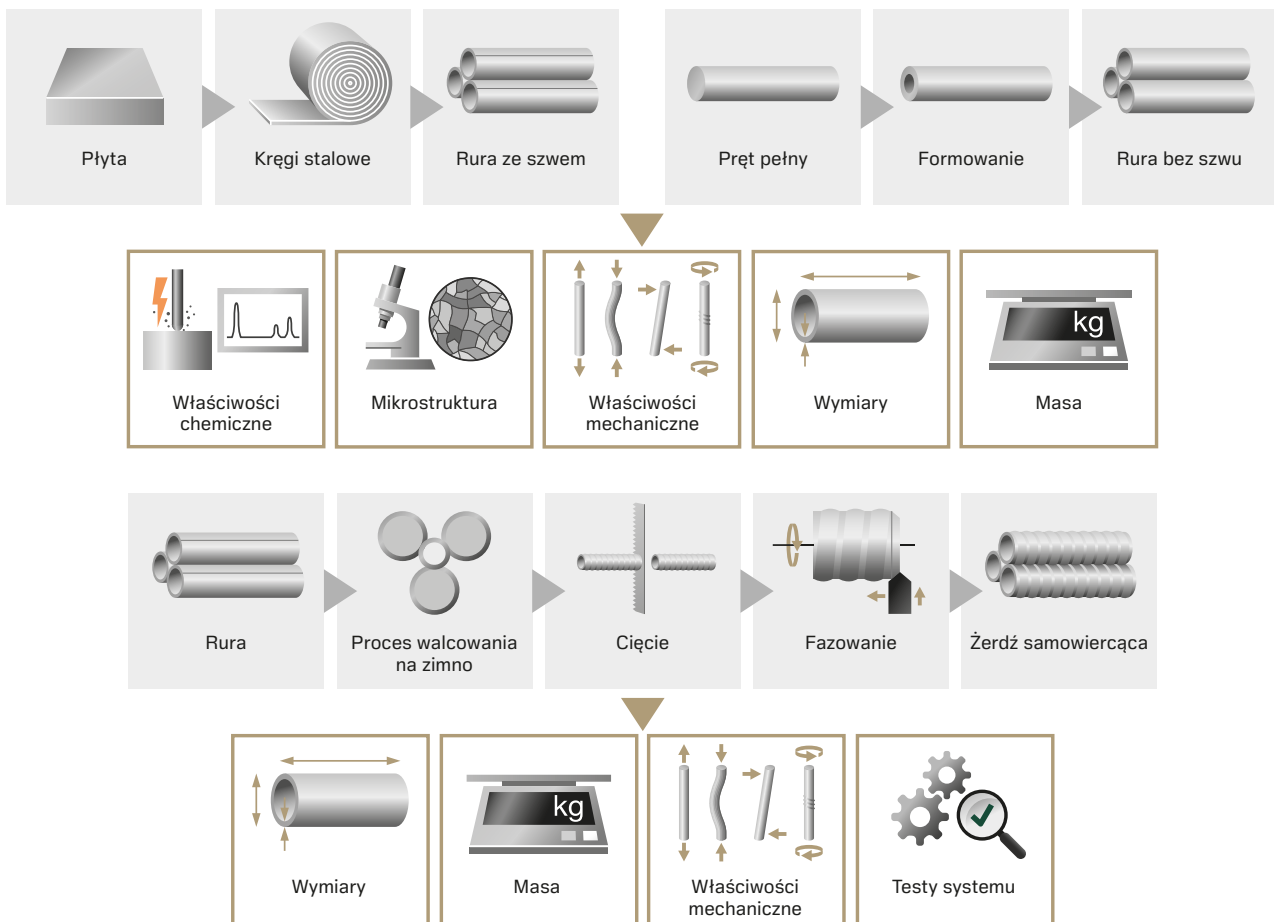
- Szybka i bezpieczna instalacja (technologia samowiercąca)
- Idealne do stosowania przy niestabilnych ścianach otworu
- Prosty i powtarzalny sposób instalacji – umożliwia wykorzystanie standardowego sprzętu wiertniczego i własnej załogi
- Wiercenie, instalacja oraz opcjonalnie iniekcja zaczynu w jednym cyklu technologicznym
- Sprawdzona instalacja w trudnych warunkach gruntowych
- Wydajna i praktyczna alternatywa dla systemów wykorzystujących czasochłonne metody wiercenia w rurach osłonowych
- Taka sama zasada instalacji dla wszystkich zastosowań i warunków gruntowych
- Minimalizacja zaburzeń struktury otaczającego ośrodka gruntowego
- Możliwość dostosowania koronki wiertniczej do różnych warunków gruntowych dzięki szerokiej gamie jej typów i średnic
- Niewielka przestrzeń robocza potrzebna do instalacji
- Możliwość wykonania żądanej długości wiercenia dzięki zastosowaniu łączników (muf)
- Szeroki zakres nośności poszczególnych typów żerdzi umożliwia wstępne wymiarowanie oraz wprowadzanie zmian i adaptacji w projekcie
- Solidny i bardzo wytrzymały systemowy gwint zaprojektowany specjalnie dla potrzeb przemysłu budowlanego
- Wysoki poziom kontroli jakości na każdym etapie projektowania i produkcji

## Zapewnienie jakości

Kompleksowe usługi Sandvik Ground Support obejmują koncepcję, projektowanie, produkcję oraz dystrybucję swoich systemów, jak również zarządzanie jakością oraz nadzór i wsparcie na placu budowy. Aby sprostać wymaganiom i potrzebom klientów, Sandvik Ground Support wprowadziło proces zapewnienia

jakości dla systemu DSI Hollow Bar zgodnie z ogólnymi zasadami zarządzania jakością. Jakość oznacza dla naszych klientów bezpieczeństwo i niezawodność. Naszym celem jest zapewnienie jakości i bezpieczeństwa produktu na każdym etapie procesu produkcji i dystrybucji.

### Proces kontroli jakości



# Elementy systemu

## Podstawowe elementy

### — Żerdź

- Używana jako żerdź wiertnicza podczas instalacji
- Umożliwia iniekcję w trakcie wiercenia oraz iniekcję wtórną
- Element rozciągany lub ściskany

### — Łącznik (mufa)

- Gwint wewnętrzny z blokadą centralną
- Kontrolowane przekazywanie energii wiercenia
- Łącznik nie obniża nośności systemu

### — Koronka wiertnicza

- Wykorzystywana do jednego otworu
- Różne średnice i typy
- Wersje hartowane oraz z wkładkami ze spieków
- Zoptymalizowane do różnych warunków gruntowych

## Zdjęcia poglądowe



## Elementy zakotwienia

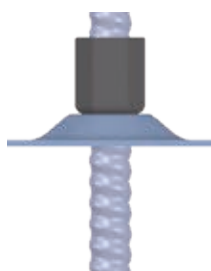
### — Nakrętka

- Wersja sześciokątna lub sferyczna
- Spawalna nakrętka kwadratowa
- Dostępne różne wymiary i typy

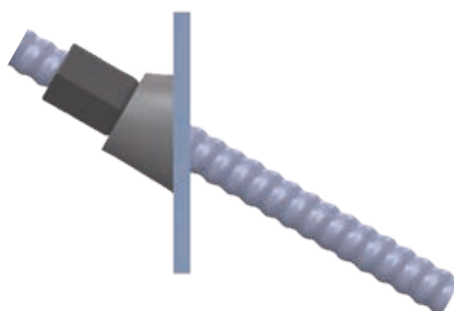
### — Płyta

- Płaska lub sferyczna
- Konstrukcja płyty dostosowana do wymagań systemu
- Różne rozwiązania dla wyrównania kąta, dostępne również płyty specjalne

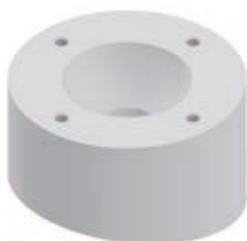
## Rysunki poglądowe



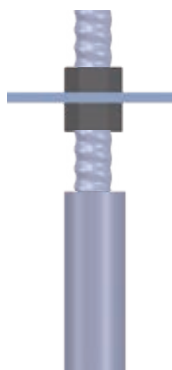
Głowica gwoźdźcia z płytą sferyczną



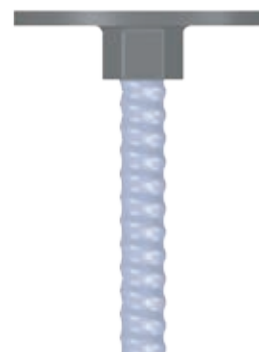
Głowica kotwy z wyrównaniem kąta



Płyta hybrydowa



Głowica mikropala



Odwrócona głowica

## Akcesoria systemowe

### — Elementy systemowe

- Samowiercząca kotew rozprężna
- Głowiczka rozporowa
- Podatna głowica kotwiąca
- Nakrętka kontruująca
- Nakrętka specjalnego stosowania
- Odwrócona głowica
- Łącznik z blokadą
- Dysk do wyrównania kąta
- Rękaw dla długości wolnej
- Czapka ochronna

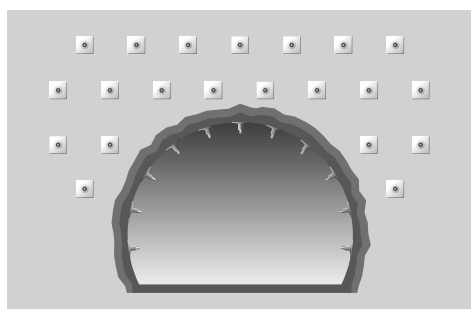
### — Wiercenie, iniekcja i monitoring

- Złącze bagnetowe
- Adapter iniekcyjny
- Głowica płuczkowa
- Pompa z mieszalnikiem
- Systemy iniekcyjne DSI
- Łącznik z uszczelnieniem
- Łącznik do iniekcji wtórnej
- Adapter do koronki wiertniczej
- Osprzęt do wiercenia
- Dystanser
- Miernik ciśnienia iniekcji
- Sprzęt do testów
- Klucz do żerdzi wiertniczej
- Osprzęt do sprężania

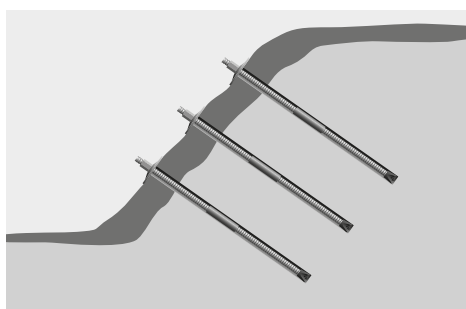
# Gwoździe gruntowe i skalne

## Obszary stosowania

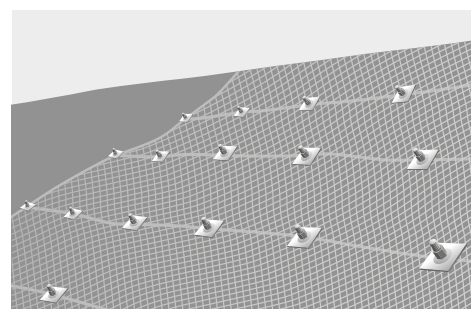
Stabilizacja portali



Stabilizacja skarp i zboczy



Zabezpieczenie przed obrywami skalnymi



## Podstawowa koncepcja

Gwoździowanie gruntu jest technologią powszechnie stosowaną do stabilizacji skarp i zboczy, jak również do stabilizacji murów oporowych czy nasypów budowlanych. W budownictwie podziemnym gwoździe gruntowe są również określane jako gwoździe skalne. Podstawowa koncepcja gwoździa gruntowego lub skalnego polega na wbudowaniu w ośrodek gruntowy podłużnego elementu zbrojącego. W związku z tym ten system stabilizacji znacznie różni się od systemu kotew gruntowych (aktywnie sprężanych), ponieważ gwoździe instalowane są bez sprężania (system pasywny). W konsekwencji gwoździe gruntowe zwiększają nośność całej konstrukcji i działają jako grupa elementów, które przejmują działające na nie siły rozciągające i ścinające.

Rozstaw osiowy gwoździ musi zostać tak dobrany, aby mogły one pracować jako cały system gwoździ. Przed instalacją gwoździ, ściana wykopu jest zazwyczaj zabezpieczona betonem natryskowym, prefabrykatami betonowymi, siatką lub geotekstyliami. Budowa głowicy gwoździa uzależniona jest od zastosowania i przewidywanego okresu użytkowania konstrukcji. Konwencjonalne systemy gwoździowania z gwintowanych prętów pełnych instalowane są we wcześniej wywierconych otworach, a następnie iniektowane. Gwoździe z żerdzi DSI Hollow Bar wykonywane są w technologii samowiercącej (iniektowane w trakcie wiercenia lub po jego zakończeniu).



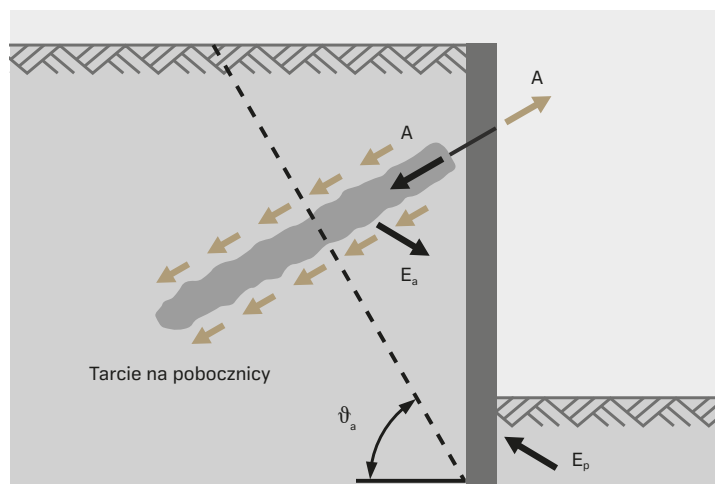
## Charakterystyka

- **Typ i miejsce wytworzenia**
  - W miejscu docelowego stosowania
- **Metoda instalacji**
  - Otwór wstępnie wiercony i iniekcja (patrz "Kotwa gruntowa")
  - Samowiercząca: otwór wykonywany w trakcie instalacji (wiercenie i płukanie)
- **Sposób przenoszenia obciążeń**
  - Tarcie na poboczniczy między cięgnem, kamieniem cementowym i gruntem
- **Zalecana ochrona antykorozyjna**
  - Naddatek tracony
  - Podwójna ochrona antykorozyjna (DCP)

## Aprobaty

- Europejska Ocena Techniczna (ETA)
- Krajowa Aprobata Techniczna w Austrii (BMK)
- Krajowa Aprobata Techniczna w Słowenii (STS)
- Niemiecka Aprobata Techniczna do zastosowań podziemnych
- Krajowa Ocena Techniczna w Polsce (IBDiM)
- Aprobaty dla konkretnych projektów

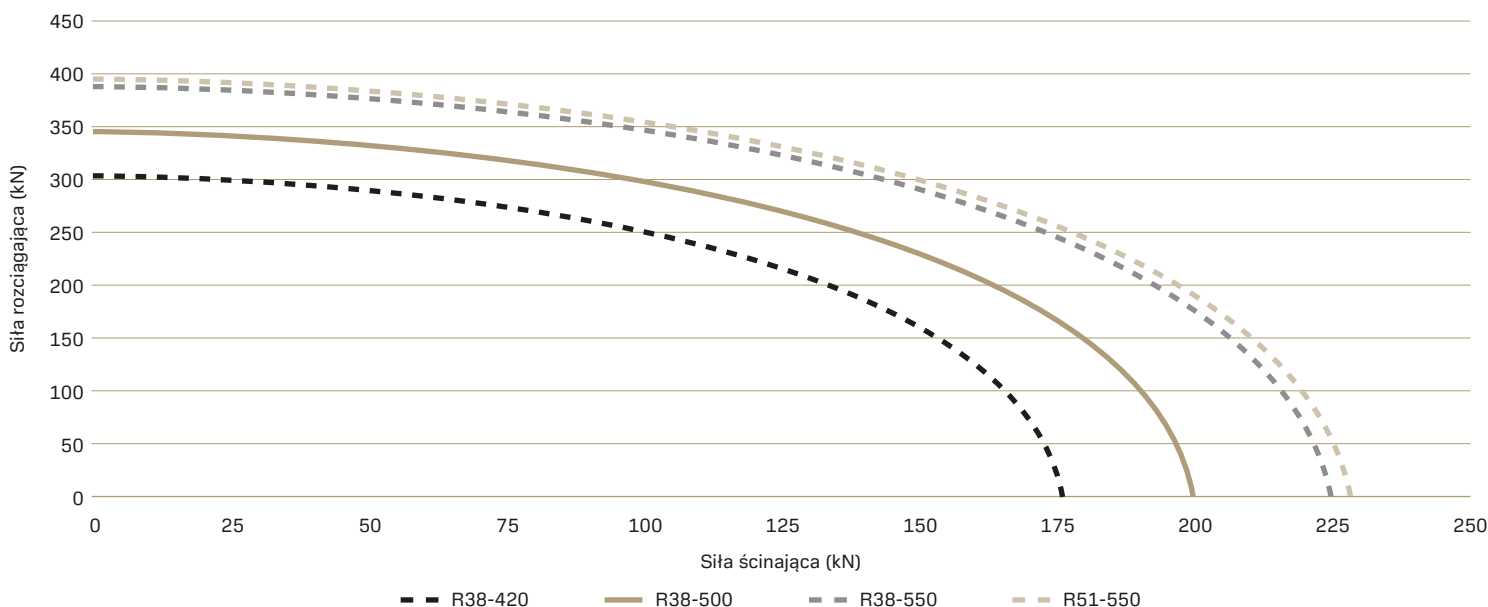
## Gwoździowanie



$A$  = Siła osiowa  
 $\vartheta_a$  = Kąt tarcia

$E_a$  = Parcie czynne gruntu  
 $E_p$  = Parcie bierne gruntu

## Zależność siły rozciągającej i ścinającej



Wartość obliczeniowa naprężeń rozciągających  $\sigma_{R,d} = \frac{f_{y,k}}{1,15}$

Wartość obliczeniowa naprężeń ścinających  $\tau_{R,d} = \frac{f_{y,k}}{\sqrt{3} \cdot 1,15}$

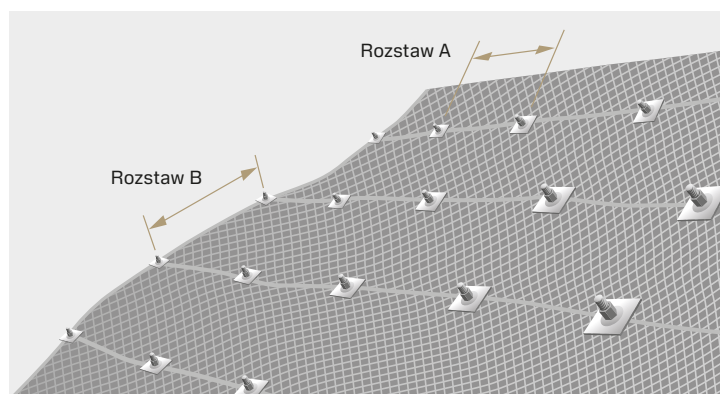
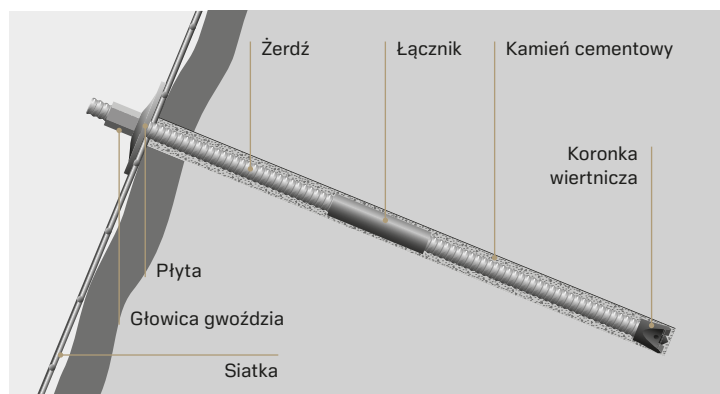
Maksymalne obciążenie ścinające (obliczeniowe)  $Q_v = \sqrt{(\sigma_{R,d}^2 + 3 \cdot \tau_{R,d}^2)}$

## Budowa głowicy

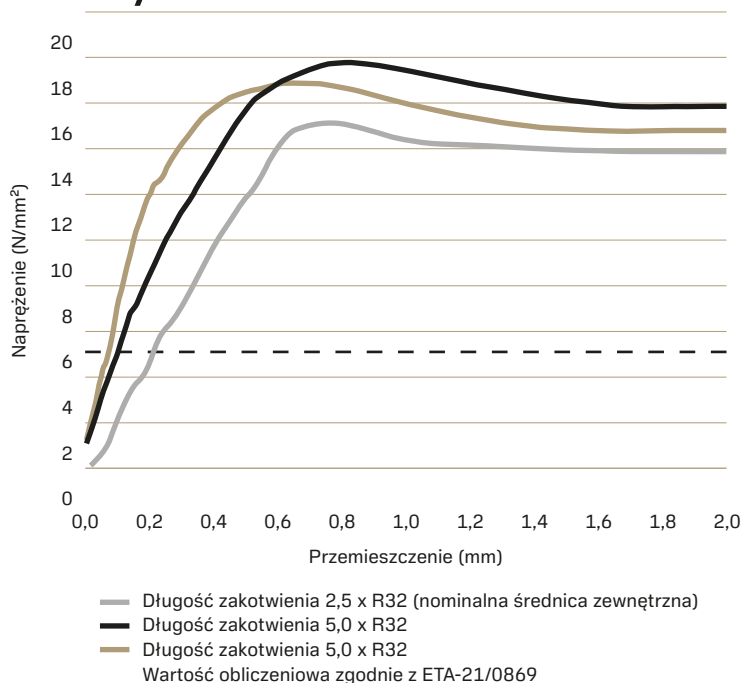
- **Budowa głowicy tymczasowej**
  - Okres użytkowania  $\leq 2$  lat
  - Plastikowa czapka ochronna
- **Budowa głowicy stałej**
  - Okres użytkowania  $> 2$  lat
  - Czapki ochronne wykonane ze stali czarnej, ocynkowane ogniowo lub ze stali nierdzewnej
  - Alternatywa: czapki wykonane z GFRP
- **Konstrukcje wyrównania kąta**
  - Płyta płaska: do  $15^\circ$
  - Płyta sferyczna: do  $20^\circ$
  - Dyski wyrównujące kąt: do  $55^\circ$
- **Różne rodzaje nakrętek**
  - Połączenie z siatkami zabezpieczającymi
- **SMART DSI Hollow Bar System**
  - Specjalne zastosowania do systemów monitoringu



## Zabezpieczenie przed obrywami skalnymi



## Charakterystyka przyczepności R32-400 do zaczynu



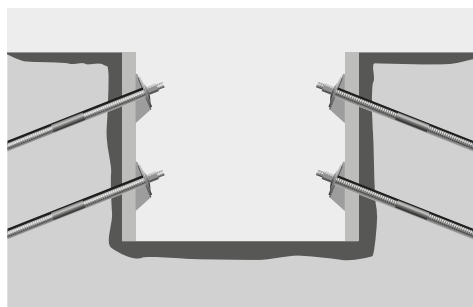
## Przykłady zastosowań



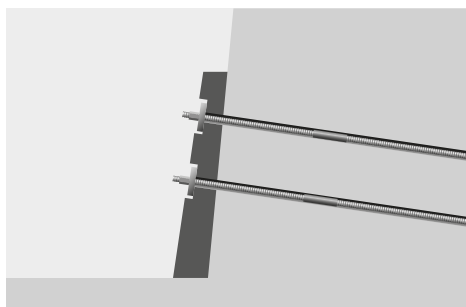
# Kotwy gruntowe

## Obszary stosowania

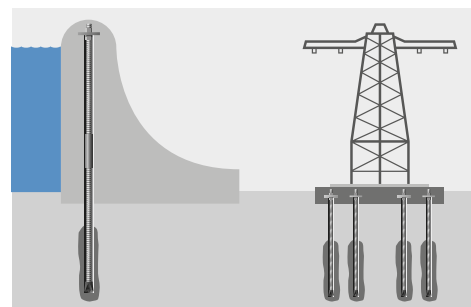
### Zabezpieczanie wykopów



### Ściany



### Stałe kotwienie fundamentów



## Podstawowa koncepcja

Kotwy gruntowe, w inżynierii lądowej, są to czynne (sprężone) elementy wsparcia stosowane zarówno dla rozwiązań tymczasowych (np. poprawy stateczności ścian wykopu) jak i stałych (np. ściany oporowe, kotwienie fundamentów masztów). Dzięki wprowadzeniu sił sprężających przewidywane przemieszczenia konstrukcji są minimalizowane, a nawet całkowicie eliminowane.

Z definicji, kotwy gruntowe składają się z trzech elementów systemowych:

#### – Długość zakotwienia (buława)

Kotwę jest osadzona w otworze przy użyciu zaczynu cementowego, co umożliwia przeniesienie sił na nośne warstwy gruntu przez siły tarcia na pobocznicę buławy.

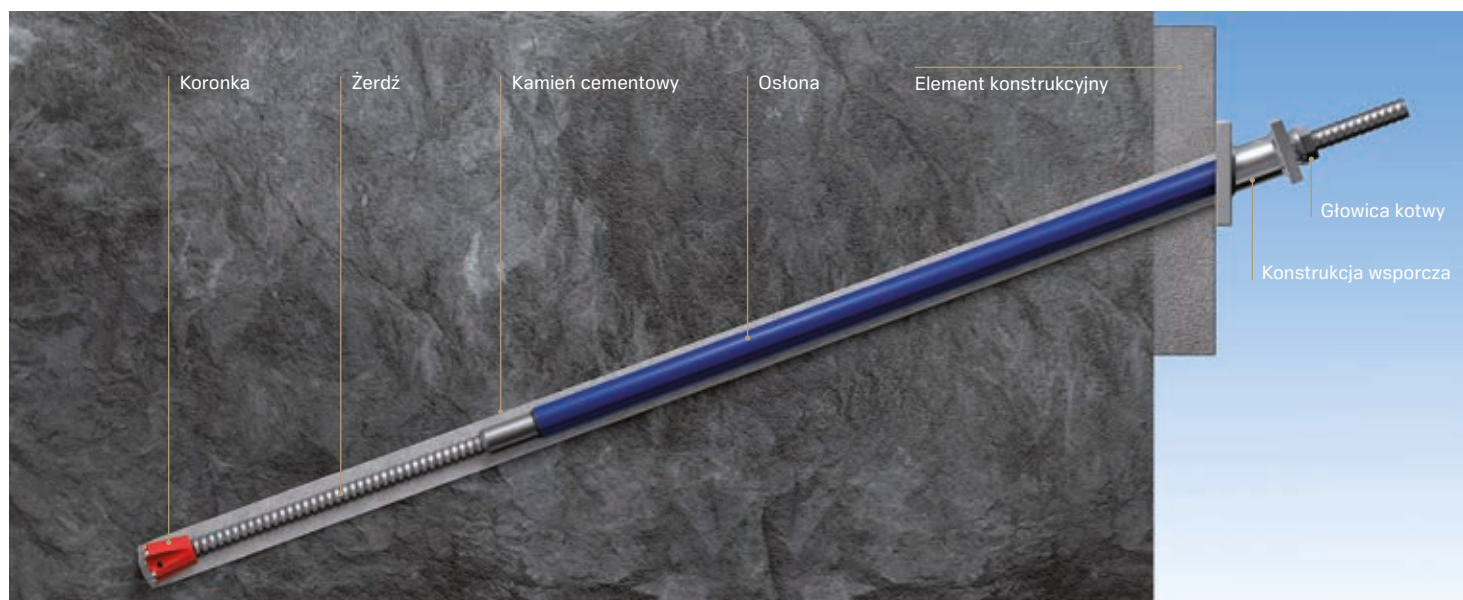
#### – Długość wolna

Cięgno jest oddzielone od ścian otworu za pomocą osłony (rękawa), która jest uszczelniona przy mufie lub żerdzi; część niezwiązana z gruntem może się swobodnie wydłużać, a siły rozciągające mogą być przeniesione na zakotwienie.

#### – Głowica kotwy

Przenosi siłę kotwienia z cięgna na element konstrukcyjny (np. prefabrykaty betonowe) wymagający kotwienia.

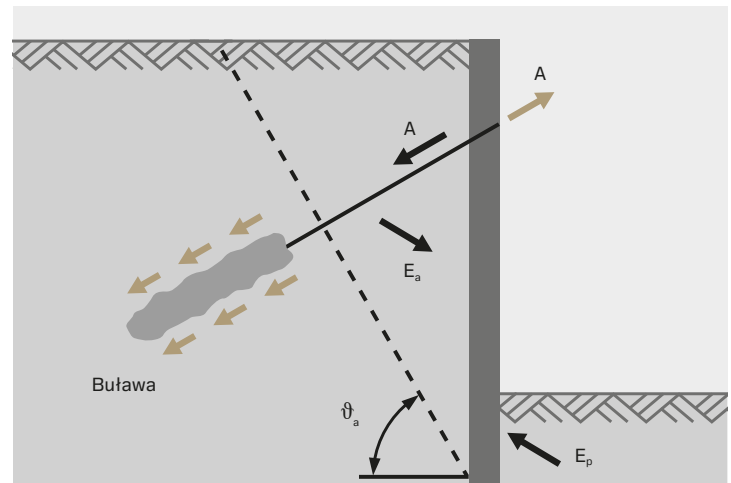
Systemy kotew linowych lub prętowych instaluje się we wcześniej wywierconych otworach, a następnie iniektuje. Kotwy z żerdzi DSI Hollow Bar wykonywane są w technologii samowiercącej z wstępnie zamontowaną osłoną (rękawem) na długości wolnej.



## Charakterystyka

- **Typ i miejsce wykonania**
  - W miejscu docelowego działania lub w zakładzie produkcyjnym
- **Metoda instalacji**
  - Otwór wstępnie wiercony i iniekcja
  - Samowiercząca: otwór wykonywany w trakcie instalacji (wiercenie i płukanie)
- **Sposób przenoszenia obciążeń**
  - Tarcie na poboczniczy między ciągnem, kamieniem cementowym i gruntem
- **Zalecana ochrona antykorozyjna**
  - Naddatek tracony
  - Podwójna ochrona antykorozyjna (DCP)

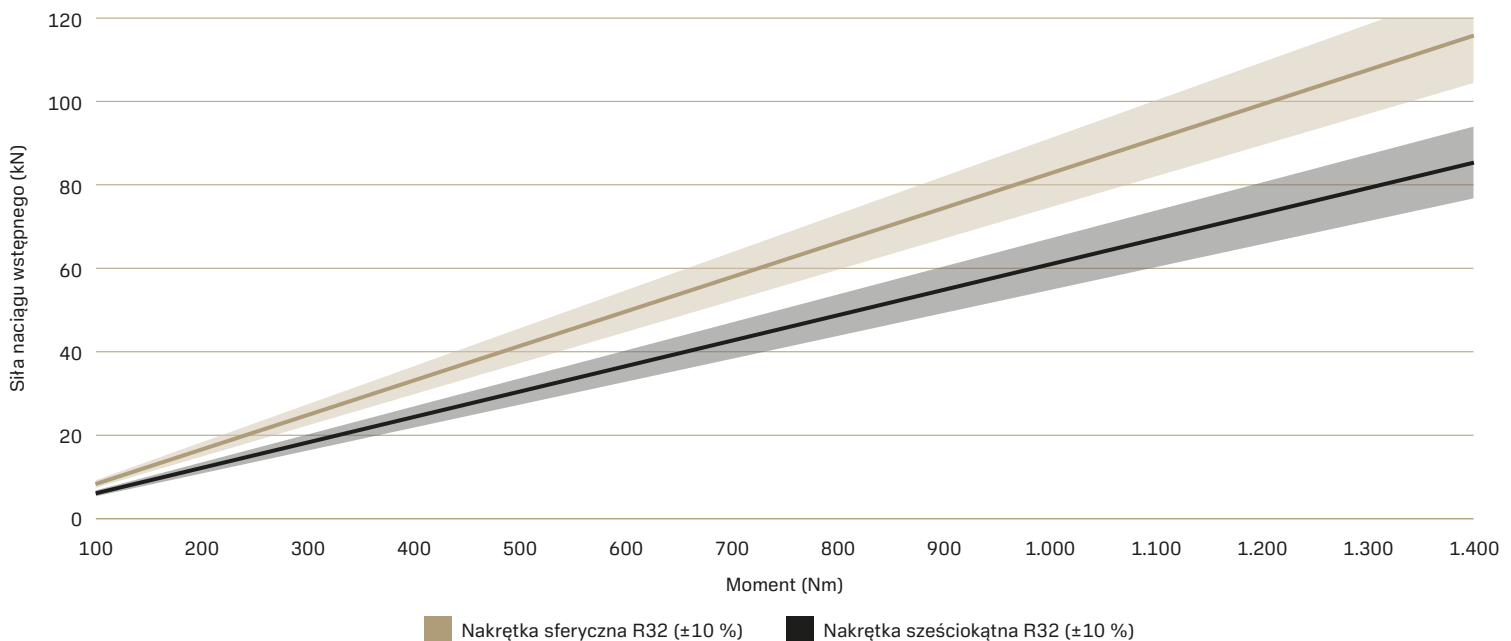
## Kotwienie



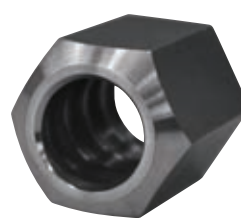
$A$  = Siła osiowa  
 $\vartheta_a$  = Kąt tarcia

$E_a$  = Parcie czynne gruntu  
 $E_p$  = Parcie bierne gruntu

## Wykres: moment dokręcenia – siła naciągu, dla żerdzi DSI Hollow Bar R32-280



Nakrętka sferyczna R32



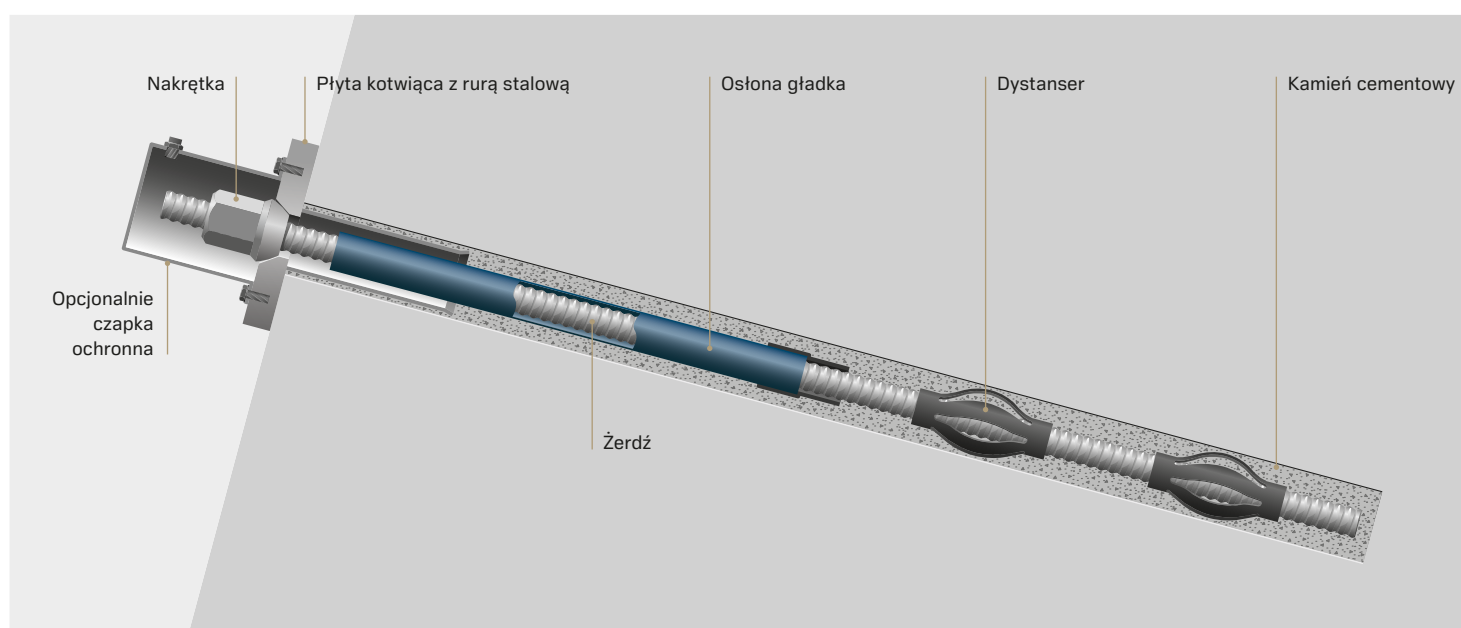
Nakrętka sześciokątna R32

# System wstępnie wierconych kotew gruntowych

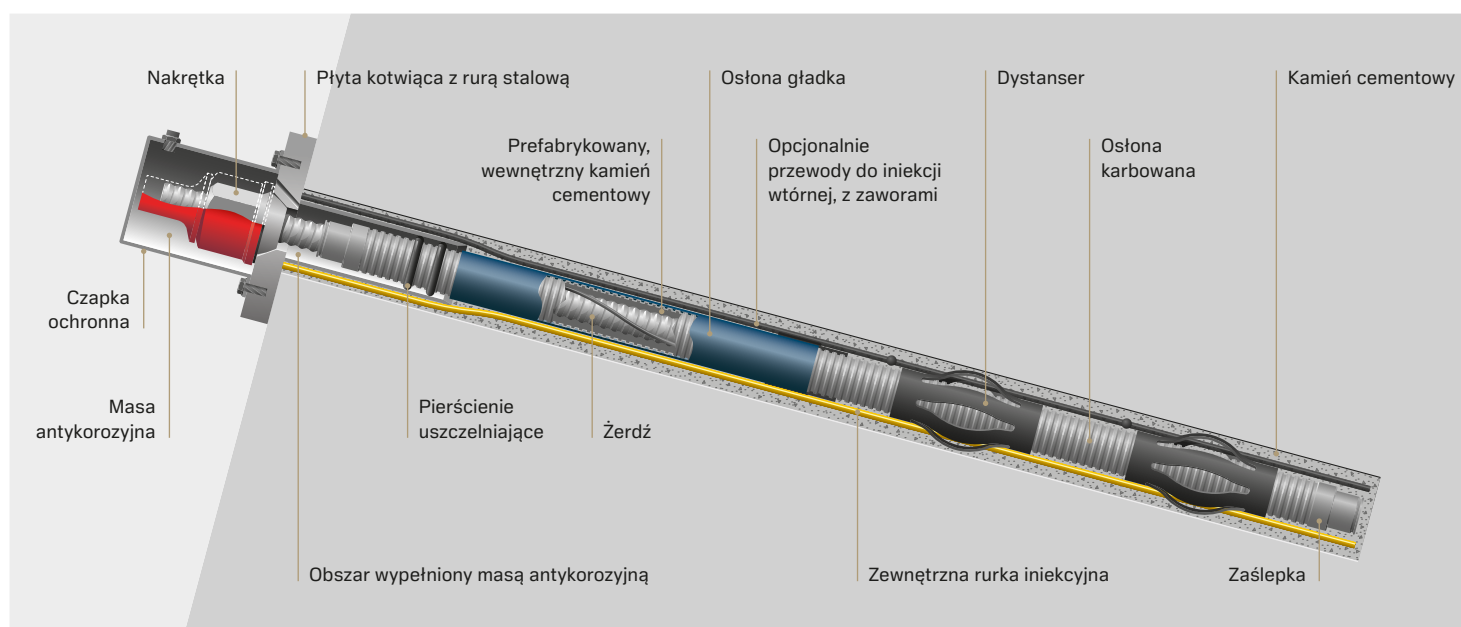
Oprócz samowiercącej metody wykonania kotew z żerdzi DSI Hollow Bar, możliwa jest instalacja złożonych żerdzi (bez traconej koronki wiertniczej) we wcześniej wywierconych otworach. W tym wypadku instalacja wymaga stabilnych ścian otworu oraz dobrych warunków gruntowych umożliwiających uformowanie buławy z kamienia cementowego na końcu odwiertu. Żerdź DSI Hollow Bar jest wówczas nie tylko elementem nośnym

kotwy, ale służy również jako przewód iniekcyjny ułatwiający proces instalacji, w porównaniu do zastosowania dodatkowych, dołączanych węży iniekcyjnych. Ten typ kotew może być również wykorzystany w przypadku konieczności wykonania iniekcji wysokociśnieniowej lub wtórnej. Dostępne są zarówno tymczasowe, jak i stałe systemy wstępnie wierconych kotew gruntowych, w zależności od przewidywanego okresu użytkowania.

## Kotew tymczasowa



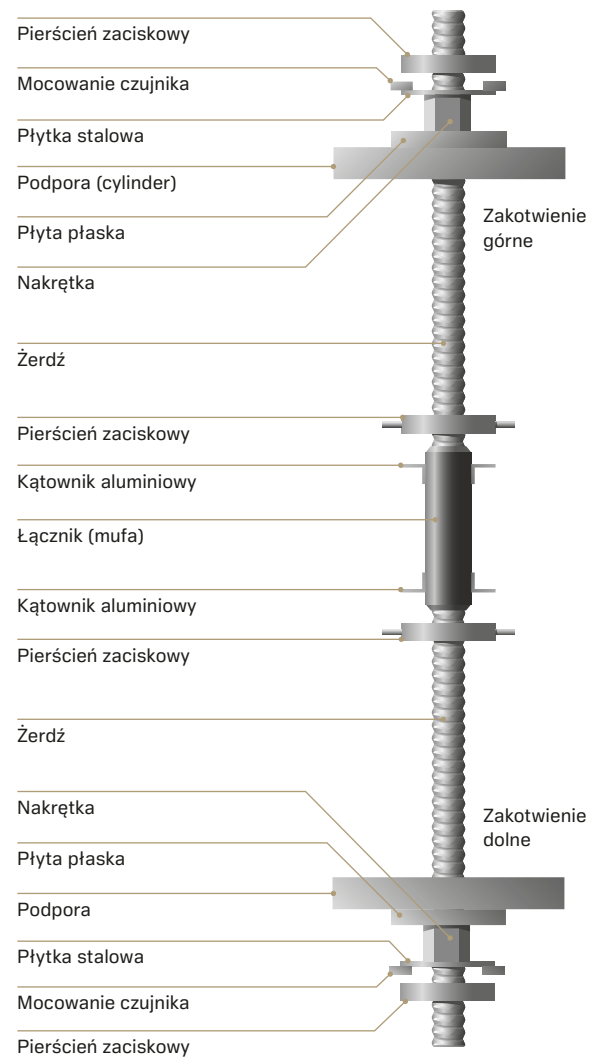
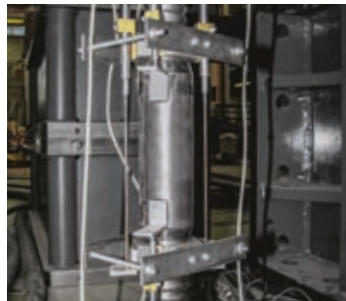
## Kotew stała



# Badania zmęczeniowe

Typy R32-400, R38-550 i R51-800

- Cięgna z żerdzi DSI Hollow Bar
- Mufy i zakotwienia (płyta oraz nakrętka)
- Patrz ETA-21/0869



Źródło: Laboratorium Inżynierii Budowlanej, Uniwersytet Techniczny w Graz (Raport nr F-10-41-2012)

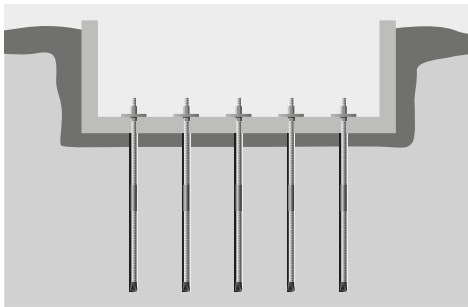
# Przykłady zastosowań



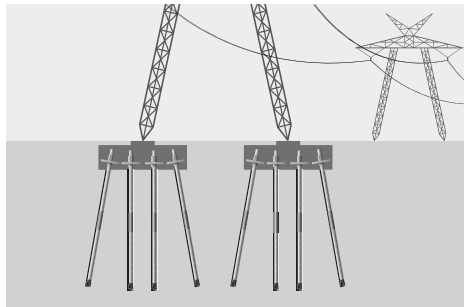
# Mikropale

## Obszary stosowania

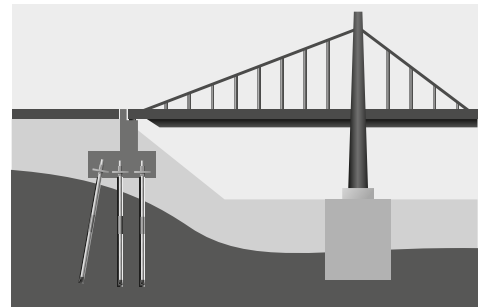
### Zabezpieczenie przed wyporem wody



### Fundamenty palowe



### Przyczółki



## Podstawowa koncepcja

Fundamenty palowe składają się z pojedynczych pali (monopale) lub z grupy pali połączonych ze sobą za pomocą oczepu. Mikropale są zwykle stosowane do podpierania konstrukcji budowlanych, zwłaszcza w warunkach ograniczonej przestrzeni roboczej lub ograniczeń czasowych. Z definicji, mikropale składają się z rurowych elementów stalowych o zewnętrznej średnicy w zakresie ok. 60-200 mm (2,5-8,0 in). Mikropale działają jako pasywny system posadowienia.

Mikropale DSI Hollow Bar wykonywane są w technologii samowiercącej, z traconą koronką wiertniczą. Instalacja odbywa się za pomocą obrotowych lub obrotowo-udarowych urządzeń wiertniczych, w zależności od warunków gruntowych oraz długości wiercenia. Wypełnienie/iniektowanie otworu możliwe jest w trakcie wiercenia lub po jego zakończeniu. Zaczyn cementowy służy jako medium wiążące, przekazujące siły na ośrodek gruntowy przez tarcie na pobocznicę. Większa otulina z zaczynu cementowego poprawia również ochronę antykorozyjną systemu.

## Aprobaty

- Krajowa Aprobata Techniczna w Austrii (BMK)
- Krajowa Ocena Techniczna w Polsce (IBDiM)
- Aprobaty dla konkretnych projektów

- Torkret lub beton konstrukcyjny
- Nakrętka sześciokątna
- Płyta płaska
- Nakrętka kontrolująca (pal rozciągany)
- Zbrojenie konstrukcyjne
- Ośłona szyjki pala
- Żerdź
- Łącznik (mufa)
- Dystanser

- Zaczyn (kamień cementowy)

- Koronka wiertnicza

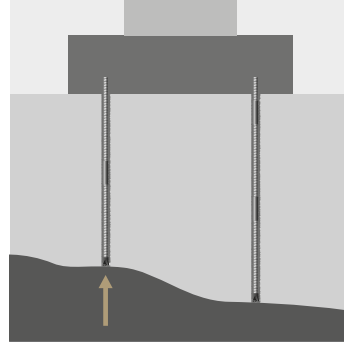


# Charakterystyka

- **Typ i miejsce wykonania**
  - Pale betonowe in-situ
  - W miejscu docelowego działania
- **Metoda instalacji**
  - Mikropale wiercone
  - Otwór wykonywany w trakcie instalacji (wiercenie i płukanie)
- **Sposób przenoszenia obciążeń**
  - Pale stojące: obciążenie przenoszone podstawą pała
  - Pale zawieszane: obciążenie przenoszone przez tarcie na pobocznicę
- **Zalecana ochrona antykorozyjna**
  - Naddatek tracony
  - Otulina z zaczynu cementowego

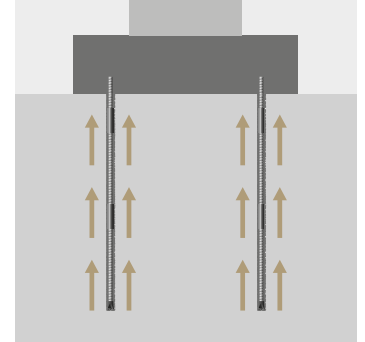
# Pale stojące i zawieszane

**Pale stojące (stopowe)**



Pale fundamentowe podpierają konstrukcję i przenoszą obciążenia na daną głębokość poprzez stopę pała lub przez tarcie na pobocznicę.

**Pale zawieszane**

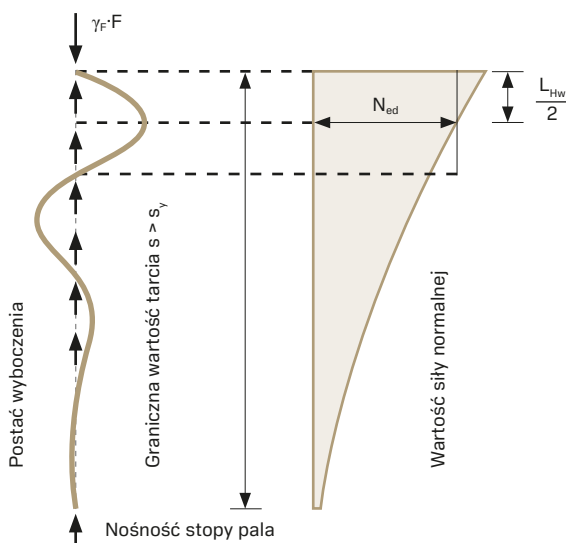


Pale zawieszane wykorzystują siłę tarcia między powierzchnią pała (pobocznicą) a otaczającym gruntem, aby przenieść obciążenie z konstrukcji.

# Wyboczenie (pale ściskane)

W celu sprawdzenia nośności wewnętrznej pała sprawdza się trzy elementy:

- Oddziaływanie siła osiowa-zginanie
- Ograniczenie ugięcia poziomego
- Wyboczenie pała podpartego sprężystości



Mikropal, potencjalnie przechodzący przez różne warstwy gruntu, obciążony jest osiową siłą obliczeniową  $N_{ed}$ . Wraz ze wzrostem głębokości wartość siły normalnej maleje, tzn. siła normalna przekazywana jest w sposób ciągły do ośrodka gruntowego przez tarcie pobocznicę. Oprócz siły normalnej na pał działa również moment zginający, wywołany imperfekcjami (odchyleniami).

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 E_p I_p}{(KL)^2}$$

gdzie:

$P_{cr}$  = Obciążenie wyboczeniowe (kN)

$E_p$  = Zastępczy moduł Young'a przekroju pała (kN/m<sup>2</sup>)

$I_p$  = Zastępczy moment bezwładności przekroju pała (m<sup>4</sup>)

$L$  = Długość pała bez podparcia bocznego (m)

$K$  = 1,0 dla połączeń przegubowych, 0,25 dla połączeń sztywnych (w przypadku pustek lub warstw mułów),

0,7 jeden koniec sztywno zamocowany, drugi przegubowo (w przypadku miękkiej gliny)

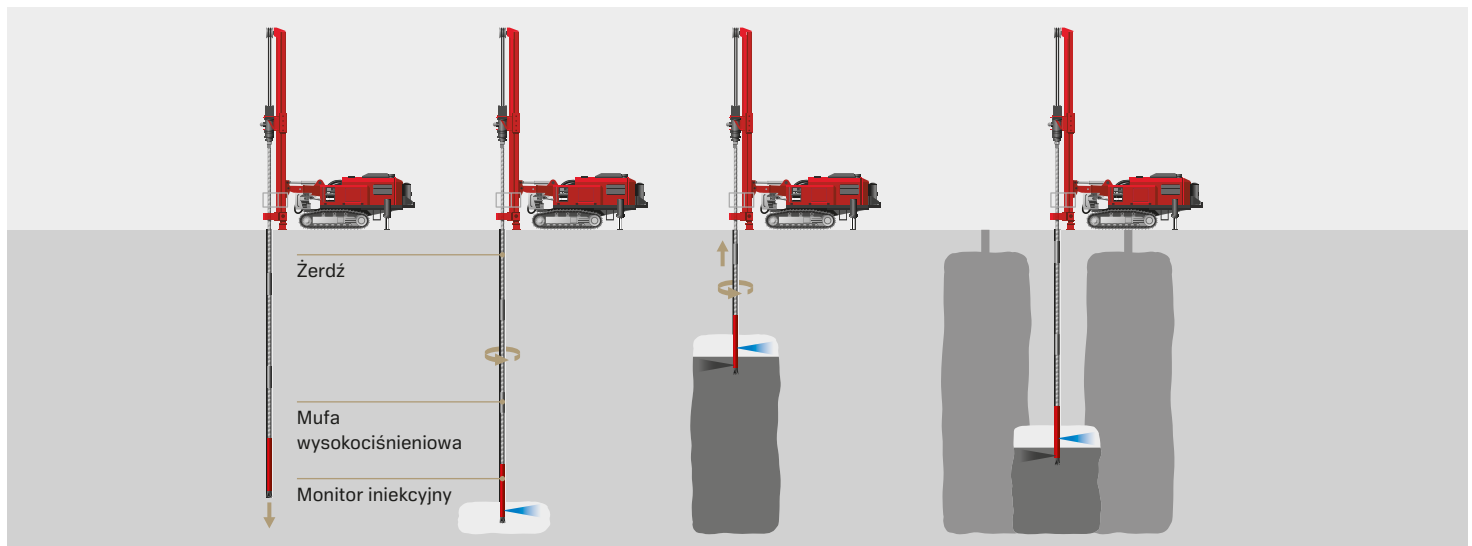
# Iniekcja strumieniowa (Jet grouting)

Jet grouting jest powszechnie stosowaną metodą wzmocnienia gruntu. Główne obszary zastosowania to:

- Wzmocnianie podłoża gruntowego
- Fundamenty palowe
- Kontrola wód gruntowych
- Szczelne przesłony pionowe i poziome
- Wzmocnianie portali tuneli
- Wzmocnianie fundamentów

W procesie iniekcji wysokociśnieniowej (HPI) ciągnio DSI Hollow Bar ze zintegrowaną głowicą iniekcyjną pełni funkcję dyszy iniekcyjnej. Instalacja wykonywana jest wg zasad technologii samowiercącej. Jedyną różnicą jest zastosowanie muf wysokociśnieniowych oraz złączy iniekcyjnych do operacji iniekcji jednostrumieniowej.

Przewód wiertniczy z żerdzi DSI wraz z głowicą jest instalowany aż do osiągnięcia pożądanej głębokości. Następnie zatrzymuje się posuw i rozpoczyna proces iniekcji wysokociśnieniowej przy zwiększonej prędkości obrotowej. Podawanie zaczynu przez dysze w głowicy powoduje ścinanie struktury gruntu i powstanie kolumny z cementogruntu. Następnie wykonywane są ruchy przewodu wiertniczego góra-dół, aby zapewnić powstanie elementu o jednolitej budowie. Iniekcja strumieniowa z użyciem żerdzi DSI może być wykonywana niemal w każdych warunkach gruntowych, od gliny po gruboziarnisty żwir. Średnicę, kształt i głębokość kolumn iniekcyjnych można odpowiednio dopasować. Proces instalacji charakteryzuje się ograniczonymi wymaganiami przestrzeni roboczej oraz niskim oddziaływaniem na środowisko (brak drgań).



## Parametry techniczne

Wielkość charakterystyczna/typ <sup>1)</sup>	R32-250	R32-400	R38-420	R38-550	R51-550	R51-925	T76-1300	T76-1900
Rzeczywista średnica zewnętrzna	31,1 mm	31,1 mm	37,8 mm	37,8 mm	49,8 mm	49,8 mm	74,6 mm	75,6 mm
	1,22 in	1,22 in	1,49 in	1,49 in	1,96 in	1,96 in	2,94 in	2,98 in
Długości handlowe <sup>2)</sup>	2,0-6,0 m	2,0-6,0 m	2,0-6,0 m	2,0-6,0 m	2,0-6,0 m	2,0-6,0 m	2,0-6,0 m	2,0-6,0 m
	6,6-19,7 ft	6,6-19,7 ft	6,6-19,7 ft	6,6-19,7 ft	6,6-19,7 ft	6,6-19,7 ft	6,6-19,7 ft	6,6-19,7 ft
Moduł sprężystości	205.000 N/mm <sup>2</sup>	205.000 N/mm <sup>2</sup>	205.000 N/mm <sup>2</sup>	205.000 N/mm <sup>2</sup>	205.000 N/mm <sup>2</sup>	205.000 N/mm <sup>2</sup>	205.000 N/mm <sup>2</sup>	205.000 N/mm <sup>2</sup>
	29.700 ksi	29.700 ksi	29.700 ksi	29.700 ksi	29.700 ksi	29.700 ksi	29.700 ksi	29.700 ksi
Moment bezwładności <sup>3)</sup>	3,2 cm <sup>4</sup>	3,9 cm <sup>4</sup>	7,8 cm <sup>4</sup>	18,6 cm <sup>4</sup>	20,4 cm <sup>4</sup>	23,9 cm <sup>4</sup>	102,3 cm <sup>4</sup>	116,9 cm <sup>4</sup>
	0,08 in <sup>4</sup>	0,09 in <sup>4</sup>	0,19 in <sup>4</sup>	0,43 in <sup>4</sup>	0,49 in <sup>4</sup>	0,57 in <sup>4</sup>	2,46 in <sup>4</sup>	2,81 in <sup>4</sup>
Maksymalny moment (sprężysty) <sup>4)</sup>	1,0 kN·m	1,5 kN·m	2,2 kN·m	2,5 kN·m	4,2 kN·m	6,2 kN·m	14,1 kN·m	19,8 kN·m
	740 lbf·ft	1.100 lbf·ft	1.625 lbf·ft	1.845 lbf·ft	3.100 lbf·ft	4.570 lbf·ft	10.400 lbf·ft	14.605 lbf·ft

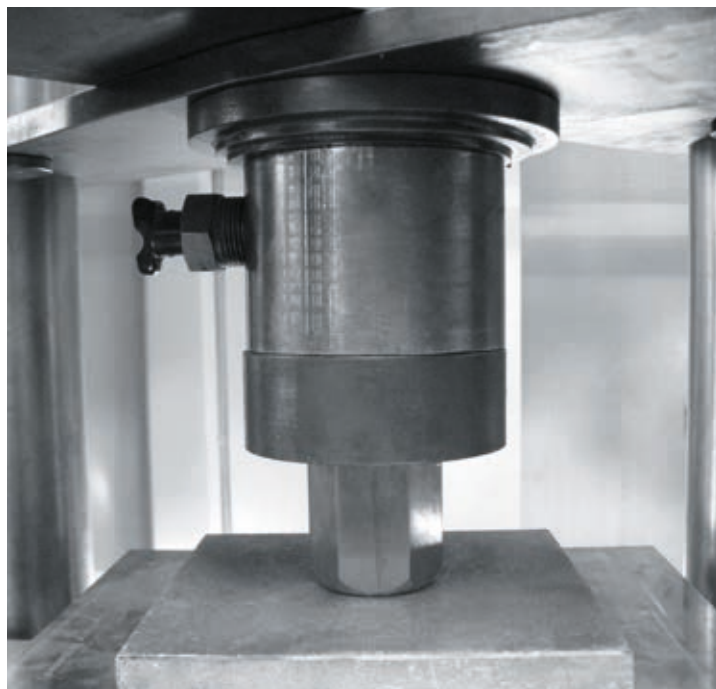
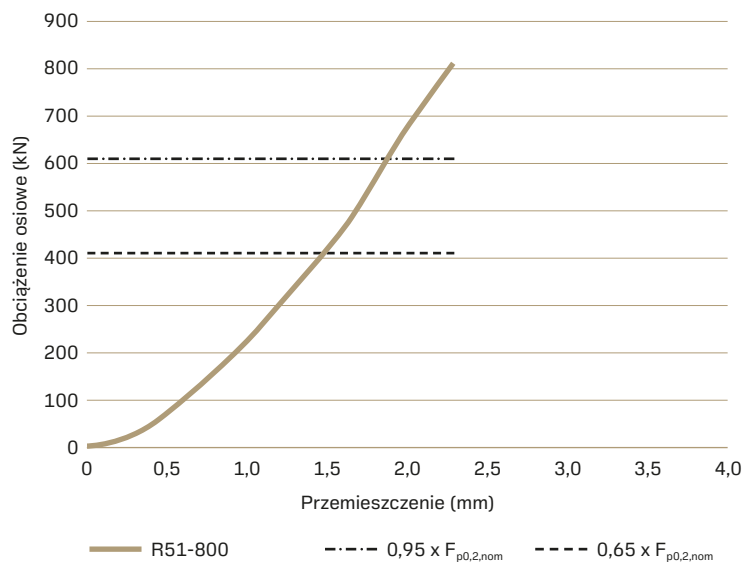
1) Więcej danych technicznych w dziale "Parametry techniczne".

2) Inne długości dostępne na zamówienie.

3) Obliczony na podstawie uśrednionej średnicy wewnętrznej oraz nominalnego pola przekroju, po zaokrągleniu.

4) Po zaokrągleniu.

## Badania wytrzymałościowe (ETAG 013)



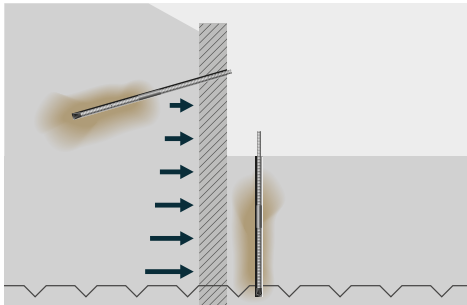
## Przykłady zastosowań



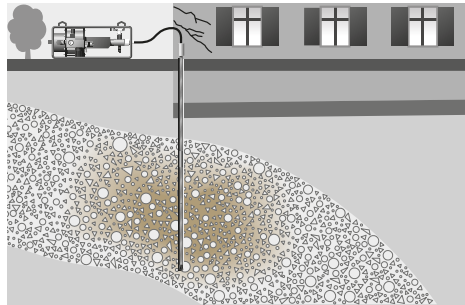
# Lanca iniekcyjna i systemy DSI Inject

## Obszary stosowania

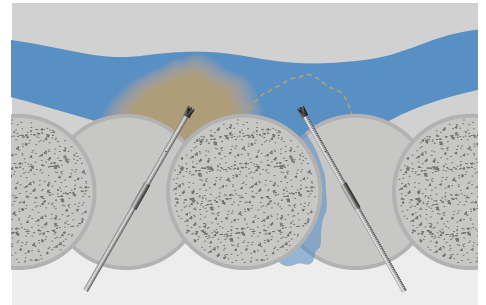
Awarie hydrauliczne



Konsolidacja gruntu



Uszczelnianie

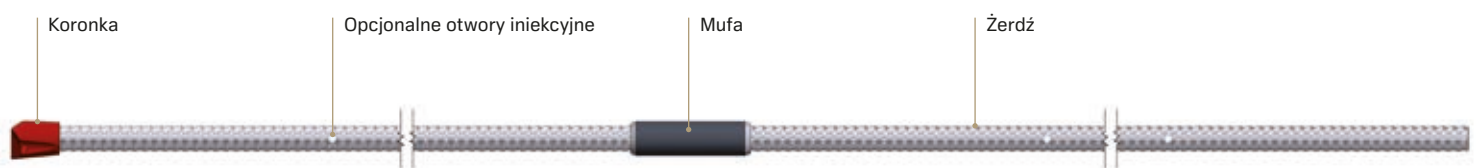


## Podstawowa koncepcja

Lance iniekcyjne służą do celowanego transportu iniektu na bazie cementu lub żywicy do wyznaczonego miejsca wtrysku. W trudnych warunkach gruntowych i przy niestabilnych ścianach otworu lance DSI są preferowanym rozwiązaniem, które zapewnia kontrolowaną, bezpieczną i szybką instalację. Samowierzące lance iniekcyjne pozwalają na wykorzystanie standardowych urządzeń wiertniczych; gwintowane żerdzie umożliwiają łatwe i trwałe połączenie z dowolnym systemem iniekcyjnym.

## Systemy DSI Inject

Linia produktów iniekcyjnych DSI składa się z żywic iniekcyjnych stosowanych w inżynierii lądowej oraz w budownictwie podziemnym. Dwuskładnikowe systemy poliuretanowe (PUR) są najbardziej wszechstronnym rozwiązaniem i są stosowane głównie do powstrzymania napływu wody oraz do konsolidacji gruntu. Dwuskładnikowe systemy sylikatowe (SIL) mają szeroki zakres zastosowań i doskonałe zdolności wiązania. Żywice jednoskładnikowe (SCR) są często stosowane do prac naprawczych na mniejszą skalę, a żywice akrylowe (ACR) są z powodzeniem stosowane do konsolidacji gruntu oraz do wykonywania przeston. Wszystkie systemy iniekcyjne DSI są obsługiwane przez pompy wysokociśnieniowe dostosowane do każdego projektu i zastosowania. Systemy DSI Inject są zatwierdzone pod względem ekologicznym, stałe (bez CFC i związków halogenowych), oraz mogą być stosowane w obszarach występowania wód gruntowych.

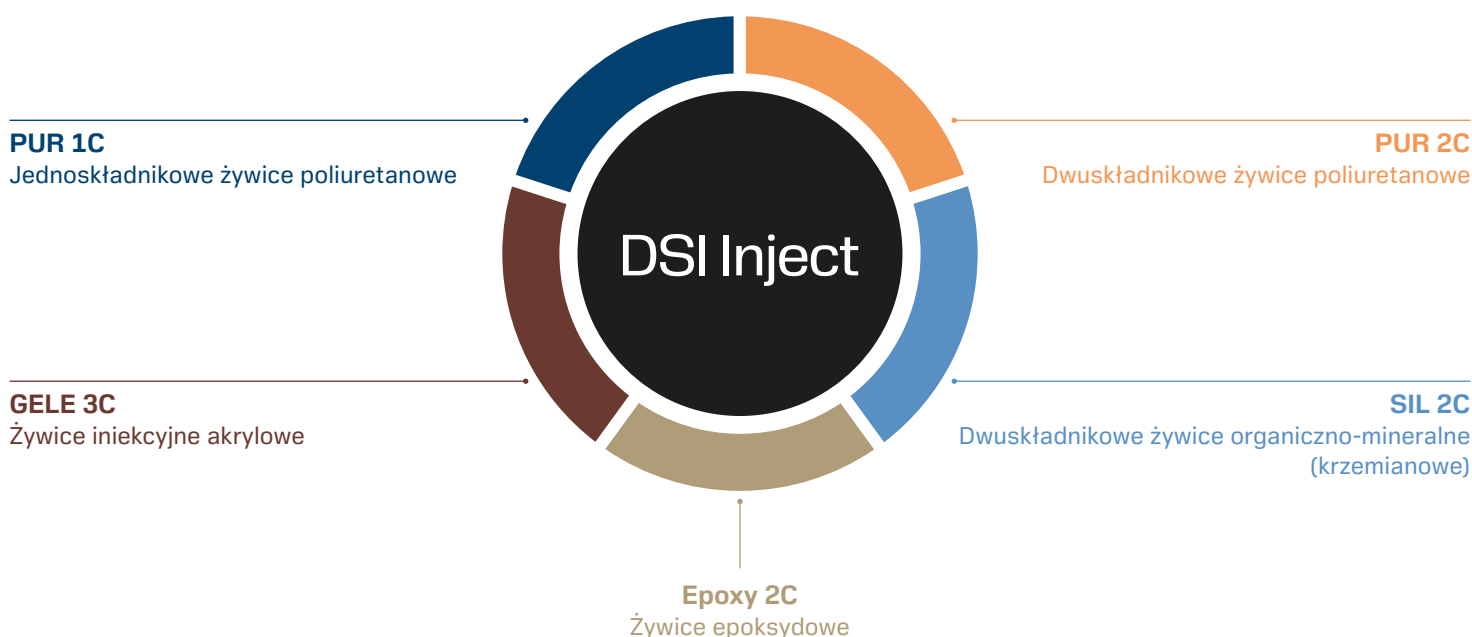


# Pełne portfolio rozwiązań

Typ	Przeznaczenie produktu <sup>1)</sup>	Application							
		Napływ wody	Napływ wody pod dużym ciśnieniem	Uszczelnianie (gazy i woda)	Stabilizacja gruntu	Konsolidacja gruntu	Wypełnienie "plastra miodu" w betonie	Wypełnianie ubytków	Klejenie gwoździ
<b>Żywice dwuskładnikowe</b>									
PUR (2C)	Szybkowiązące żywice poliuretanowe	+++	+++	+	++	+	—	—	—
	Wolno- i średnio-wiązące żywice poliuretanowe	—	—	+++	+++	+++	—	—	+
	Szybkowiązące żywice z pianki poliuretanowej	+++	+++	+	++	—	—	—	—
SIL (2C)	Żywice organiczno-mineralne (krzemianowe)	—	—	++	+++	+++	—	—	+
	Żywice kotwiące organiczno-mineralne (krzemianowe)	—	—	+	++	—	—	—	+++
	Żywice piankowe organiczno-mineralne (krzemianowe)	+	—	+	+++	+++	+++	+++	—
<b>Żywice jednoskładnikowe</b>									
PUR (1C)	Szybko- i średnio-wiązące żywice poliuretanowe	+	—	+++	++	+	—	—	—
	Wolnowiązące żywice poliuretanowe	—	—	+	++	++	—	—	—
<b>Żywice akrylowe</b>									
GELE (3C)	Żywice akrylowe	—	—	—	+++	+++	—	—	—
	Żelowe żywice akrylowe	—	—	+++	++	+	—	—	—

1) Patrz osobna broszura tematyczna.

"+" Zalecane, "—" Niezalecane.





**Dane techniczne typ T76**

Wartość charakterystyczna/typ <sup>1)</sup>	Symbol	T76-1300(W)	T76-1650	T76-1900
Nominalna średnica zewnętrzna	$D_{e,nom}$	76 mm	76 mm	76 mm
Rzeczywista średnica zewnętrzna	$D_e$	72,6 mm	75,6 mm	75,6 mm
Uśredniona średnica wewnętrzna <sup>2)</sup>	$D_i$	53,0 mm	52,0 mm	47,0 mm
Nominalne pole przekroju <sup>3)</sup>	$S_0$	2.025 mm <sup>2</sup>	1.975 mm <sup>2</sup>	2.360 mm <sup>2</sup>
Masa nominalna <sup>4)</sup>	$m$	15,9 kg/m	15,5 kg/m	18,5 kg/m
Względne pole powierzchni żeber	$f_R$	0,12	0,24	0,24
Nominalna siła uplastyczniająca <sup>5)</sup>	$F_{p0,2,nom}$	1.000 kN	1.200 kN	1.500 kN
Nominalna siła zrywająca <sup>5)</sup>	$F_{m,nom}$	1.300 kN	1.650 kN	1.900 kN
Granica plastyczności <sup>6)</sup>	$R_{p0,2}$	500 N/mm <sup>2</sup>	610 N/mm <sup>2</sup>	640 N/mm <sup>2</sup>
Naprężenie zrywające <sup>6)</sup>	$R_m$	640 N/mm <sup>2</sup>	840 N/mm <sup>2</sup>	810 N/mm <sup>2</sup>
$R_m/R_{p0,2}$ <sup>7)</sup>	–	≥ 1,15	≥ 1,15	≥ 1,15
Wydłużenie przy maksymalnej sile <sup>7)</sup>	$A_{gt}$	≥ 5,0 %	≥ 5,0 %	≥ 5,0 %

1) Stan na: 2021-10, wszystkie wartości mogą ulec zmianie.

2) Obliczono na podstawie rzeczywistej średnicy zewnętrznej, średniej wysokości gwintu oraz nominalnego pola przekroju, po zaokrągleniu.

3) Obliczono na podstawie masy nominalnej  $S_0 = 10^6 \times m / 7.850 \text{ kg/m}^3$ .

4) Odchylenie: -3 % do +9 %.

5) Wartość charakterystyczna (5 % kwantyl).

6) Obliczono na podstawie siły nominalnej oraz nominalnego pola przekroju, po zaokrągleniu.

7) Wartość charakterystyczna (10 % kwantyl).

8) Wartość ustalona przy górnym obciążeniu  $F_{up} = 0,7 \times F_{p0,2,nom}$  oraz 2 milionach cykli obciążeń.

9) Wartość charakterystyczna, ustalona w teście pull-out przy użyciu zaprawy kotwiącej o wytrzymałości na ściskanie  $\geq 55 \text{ N/mm}^2$ .

10) Typ nacięcia zgodnie z EN 1993-1-9.

Moduł sprężystości  $E = 205.000 \text{ N/mm}^2$ .



**Dane techniczne typ T76**

Wartość charakterystyczna/typ <sup>1)</sup>	Symbol	T76-1300(W)	T76-1650	T76-1900
Nominalna średnica zewnętrzna	$D_{e,nom}$	3,0 in	3,0 in	3,0 in
Rzeczywista średnica zewnętrzna	$D_e$	2,86 in	2,98 in	2,98 in
Uśredniona średnica wewnętrzna <sup>2)</sup>	$D_i$	2,08 in	2,05 in	1,85 in
Nominalne pole przekroju <sup>3)</sup>	$S_0$	3,14 in <sup>2</sup>	3,06 in <sup>2</sup>	3,66 in <sup>2</sup>
Masa nominalna <sup>4)</sup>	$m$	10,68 lb/ft	10,42 lb/ft	12,43 lb/ft
Względne pole powierzchni żeber	$f_R$	0,15	0,24	0,24
Nominalna siła uplastyczniająca <sup>5)</sup>	$F_{p0,2,nom}$	225 kip	270 kip	337 kip
Nominalna siła zrywająca <sup>5)</sup>	$F_{m,nom}$	292 kip	371 kip	427 kip
Granica plastyczności <sup>6)</sup>	$R_{p0,2}$	72 ksi	88 ksi	93 ksi
Naprężenie zrywające <sup>6)</sup>	$R_m$	92 ksi	122 ksi	117 ksi
$R_m/R_{p0,2}$ <sup>7)</sup>	–	≥ 1,15	≥ 1,15	≥ 1,15
Wydłużenie przy maksymalnej sile <sup>7)</sup>	$A_{gt}$	≥ 5,0 %	≥ 5,0 %	≥ 5,0 %

1) Stan na: 2021-10, wszystkie wartości mogą ulec zmianie.

2) Obliczono na podstawie rzeczywistej średnicy zewnętrznej, średniej wysokości gwintu oraz nominalnego pola przekroju, po zaokrągleniu.

3) Obliczono na podstawie masy nominalnej  $S_0 = 10^6 \times m/7.850 \text{ kg/m}^3$ .

4) Odchylenie: -3 % do +9 %.

5) Wartość charakterystyczna (5 % kwantyl).

6) Obliczono na podstawie siły nominalnej oraz nominalnego pola przekroju, po zaokrągleniu.

7) Wartość charakterystyczna (10 % kwantyl).

8) Wartość ustalona przy górnym obciążeniu  $F_{up} = 0,7 \times F_{p0,2,nom}$  oraz 2 milionach cykli obciążeń.

9) Wartość charakterystyczna, ustalona w teście pull-out przy użyciu zaprawy kotwiącej o wytrzymałości na ściskanie ≥ 8 ksi.

10) Typ nacięcia zgodnie z EN 1993-1-9.

Moduł sprężystości  $E = 29.700 \text{ ksi}$

# Ochrona antykorozyjna

## Definicje, zasady i ochrona

### Wstęp

Z definicji, korozja jest to reakcja materiału z jego otoczeniem, powodująca wymierną zmianę w tym materiale (np. rdza), która może prowadzić do niszczenia elementu lub systemu. Z praktycznego punktu widzenia zapewnienie całkowitej ochrony przed korozją nie jest możliwe. Dlatego stosowane metody ochronne mają na celu ograniczenie wpływu agresji środowiska i minimalizację związanych z tym uszkodzeń elementów zbrojenia lub systemu stabilizacji gruntu, w przewidywanym okresie ich użytkowania. Korozja dotyczy całego systemu, np. elementów zbrojenia, kamienia cementowego, gruntu czy medium korozyjnego i przejawia się w dwóch głównych mechanizmach działania: "korozja betonu" oraz "korozja zbrojenia w betonie".

### Korozja betonu

To zagadnienie dotyczy zaczynu i kamienia cementowego. Trzy główne czynniki korozji betonu to wartość pH, obecność tlenu oraz stężenie jonów. Uszkodzenie betonu na jego powierzchni jest pierwszym warunkiem wnikania szkodliwych substancji na głębokość występowania zbrojenia. W konsekwencji korozja elementów zbrojenia zmniejsza wytrzymałość konstrukcji. Gęsty i nieprzepuszczalny beton jest lepiej chroniony przed korozją niż beton bardziej porowaty.

### Korozja zbrojenia w betonie

W prawidłowo wykonanych konstrukcjach żelbetowych elementy zbrojenia z reguły nie podlegają korozji. Jeśli na skutek zarysowań czy pęknięć betonu wystąpi odpowiednia przepuszczalność gazów i wody, może dostać się do zbrojenia powietrze zawierające dwutlenek węgla, siarczki lub szerzej woda korozyjna, powodując rozpoczęcie korozji stali. W inżynierii lądowej, gdy nie może być zagwarantowane prawidłowe i pełne pokrycie z kamienia cementowego, często rekomenduje się stosowanie naddatku traconego jako narzędzia do projektowania systemów wzmocnienia gruntu o wydłużonym okresie eksploatacji. Z reguły pokrycie z kamienia cementowego oraz odpowiednio mała karbonatyzacja pomagają zmniejszyć szybkość korozji.

## Metody ochrony antykorozyjnej

Wybór optymalnej metody ochrony antykorozyjnej zależy od agresywności środowiska i typu oraz przewidywanego czasu eksploatacji konstrukcji. Należy oddzielnie rozpatrywać element nośny, strefę przejściową między stalą a ścianami otworu oraz konstrukcję głowicy. Można wyszczególnić dwie główne grupy metod ochrony antykorozyjnej. Pierwsza to ochrona aktywna, która obejmuje wszystkie metody eliminujące lub ograniczające reakcję korozyjną. Typowym przykładem ochrony aktywnej jest szczelne otulenie betonem. Druga grupa to metody ochrony pasywnej, obejmujące wytwarzanie powłok ochronnych na elementach zagrożonych korozją, np. systemy powłok typu duplex. Zalecaną metodą aktywnej ochrony antykorozyjnej jest stosowanie naddatku traconego przy projektowaniu, która opiera się na współczynnikach wpływu korozji dla stali czarnej i ocynkowanej, w zależności od agresywności środowiska i przewidywanego okresu użytkowania, bez uwzględnienia otulenia kamieniem cementowym. Podwójna ochrona antykorozyjna (np. fabrycznie zainiektowana rura karbowana) nie jest stosowana przy zastosowaniach samowiercących.

### Naddatek tracony

- Określenie współczynnika wpływu korozji w zależności od warunków gruntowych i innych czynników
- Projektowanie elementu z odpowiednio większym polem przekroju, uwzględniając korozję w całym okresie użytkowania
- Nie uwzględnia się hermetyzacji systemu za pomocą otuliny z zaczynu cementowego
- Elementy ze stali czarnej lub ocynkowanej – ocynk opóźnia rozpoczęcie procesów korozyjnych i wydłuża żywotność systemu
- Cynkowanie ogniowe: metoda zalecana dla elementów systemów nośnych, zgodnie z ISO 1461 lub normami krajowymi
- Ochrona antykorozyjna elementów głowicy musi być rozpatrywana oddzielnie

### Okres użytkowania zgodnie z normami europejskimi i aprobatami

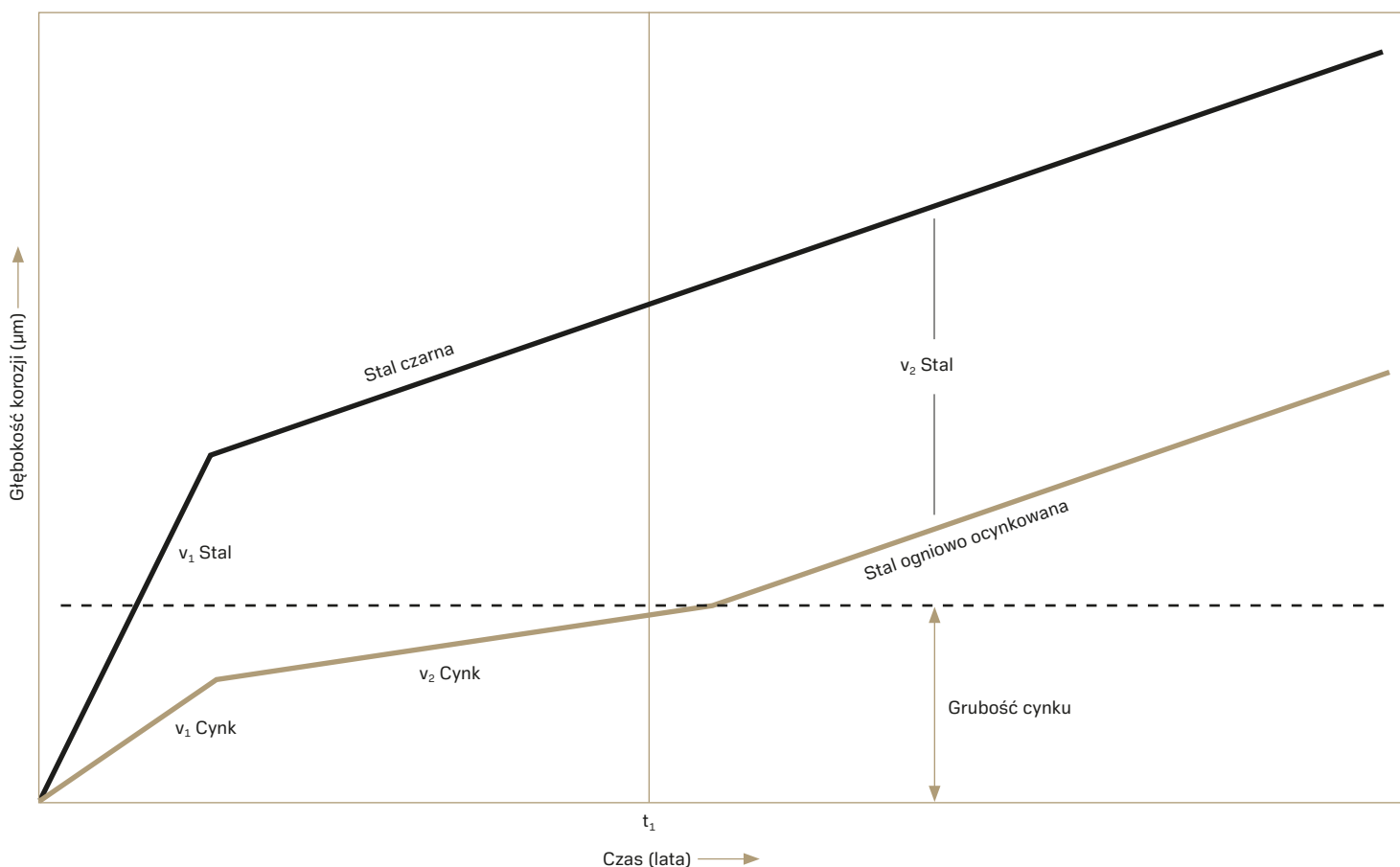
Okres użytkowania <sup>1)</sup>	Stal <sup>2)</sup>	Korozja w dla różnych obciążeń korozyjnych <sup>3)</sup>		
		Niskie	Średnie	Wysokie
2 lata	Czarna	0 mm	0 mm	0,2 mm
	Ocynkowana ogniowo	0 mm	0 mm	0,1 mm
7 lat	Czarna	0,2 mm	0,2 mm	0,5 mm
	Ocynkowana ogniowo	0 mm	0,1 mm	0,4 mm
30 lat	Czarna	0,3 mm	0,6 mm	–
	Ocynkowana ogniowo	0,1 mm	0,4 mm	–
50 lat	Czarna	0,5 mm	1,0 mm	–
	Ocynkowana ogniowo	0,3 mm	0,7 mm	–

1) Okres użytkowania do 100 lat może być rozpatrywany zgodnie z EN 1993-5.

2) Typowo nakładana średnia grubość warstwy cynku:  $\geq 85 \mu\text{m}$  zgodnie z ISO 1461.

3) Zgodnie z ETA-21/0869, EN 14490 oraz EN 14199 określają również klasy agresywności gruntu oraz współczynniki wpływu korozji w celu osiągnięcia zamierzonego okresu użytkowania. Niskie, średnie i wysokie obciążenia korozyjne są zdefiniowane w EN 12501-2.

### Przebieg korozji dla stali czarnej i ocynkowanej w gruncie (ETA-21/0869) <sup>1)</sup>



1) Prof. Dr.-Ing. Habil. Prof. H.C. Ulf Nuernberger, ekspertyza "Korrosionstechnische Beurteilung des DSI Hohlstab-Systems fuer Bodennaegel, Pfahle und Erdanker".

# Powłoka typu Duplex

## Wstęp

Zgodnie z EN ISO 12944-5, systemy duplex są to systemy ochrony antykorozyjnej, składające się z ocynku w połączeniu z jedną lub kilkoma kolejnymi powłokami.

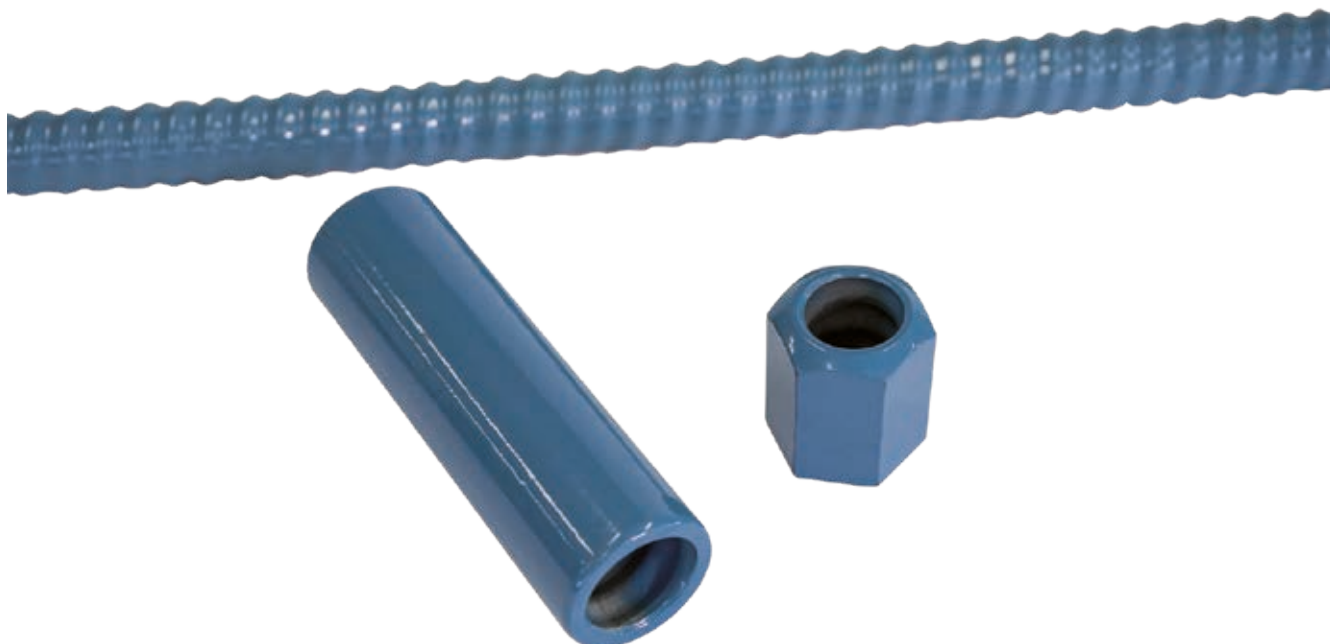
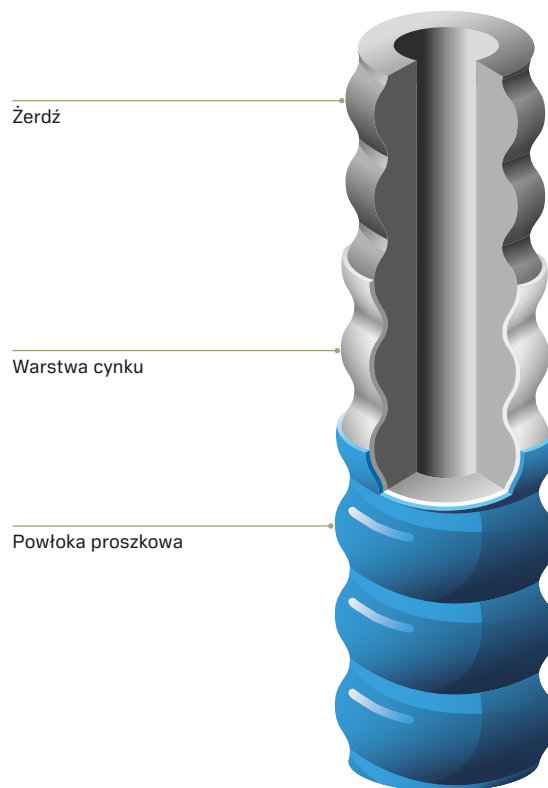
Mechanizm działania systemów duplex polega na wzajemnej ochronie poszczególnych komponentów. Warstwa cynku, chroniona powłoką proszkową, pozostaje nienaruszona przez dłuższy czas.

## Właściwości techniczne

- System Duplex zgodny z EN ISO 12944-5
- System powłok zgodny z kategorią korozyjności C5-M
- Dostępny w różnych kolorach (standardowo niebieski)
- Ocynk ogniowy zgodnie z EN 1461
- Akcesoria zaprojektowane dla odpowiednio największej nośności
  - R32-400
  - R38-550
  - R51-800 (R51-925)
  - T76-1900

## Główne zalety

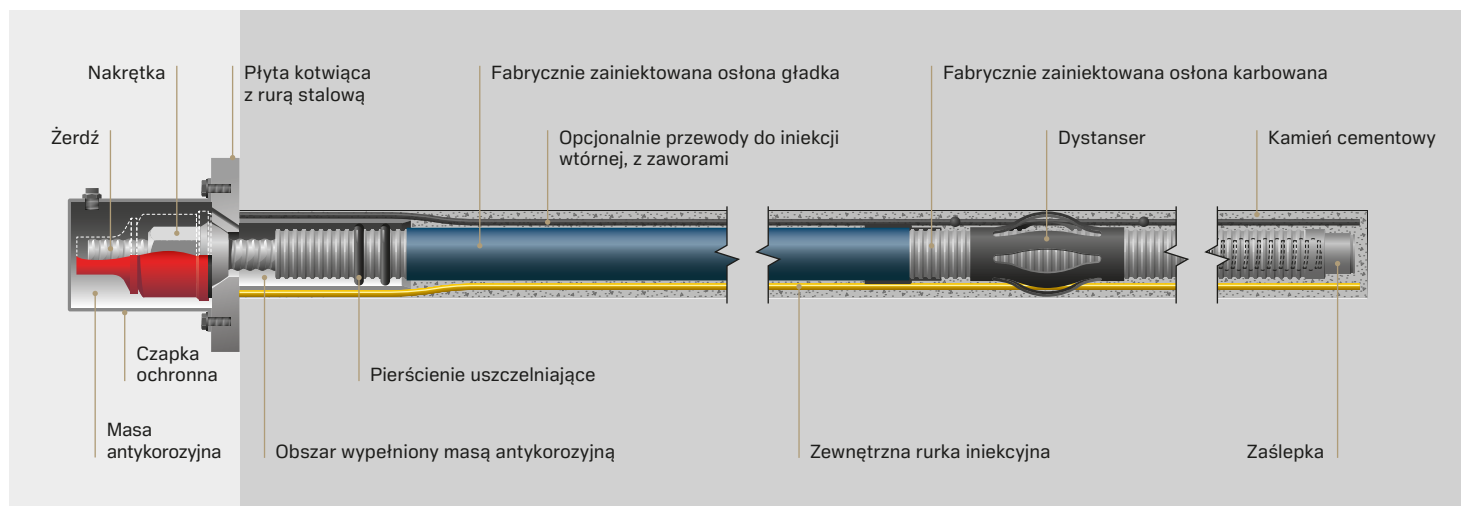
- Ulepszona ochrona antykorozyjna, skutkująca zwiększoną trwałością
- Efekt synergii: wydłużenie trwałości systemu do 2,5 razy
- Duża odporność na ścieranie



## Podwójna ochrona antykorozyjna (DCP)

– Fabrycznie zainiektowana osłona z rury karbowanej, z kontrolowaną rozwarością rys

– Nie nadaje się do stosowania w technologii samowierzącej  
– Instalacja we wcześniej wywierconym otworze i iniekcja wtórna

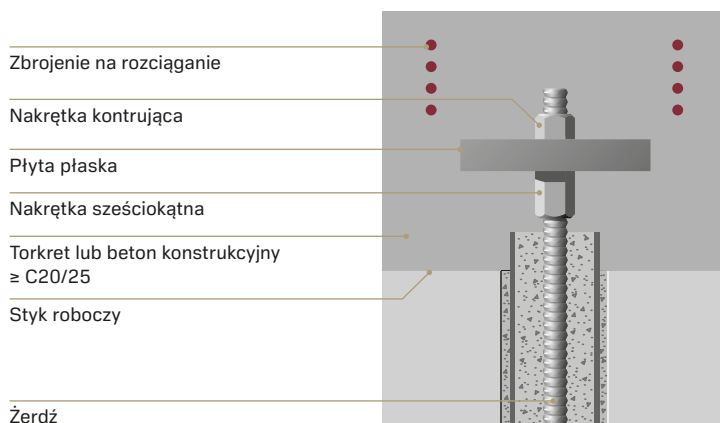


## Pokrycie kamieniem cementowym

– Hermetyzacja elementów nośnych  
– Odpowiednia karbonatyzacja ogranicza wpływ środowiska korozyjnego

– Do skutecznego zastosowania tej metody wymagana jest pełna hermetyzacja oraz ograniczenie powstawania rys i pęknięć

### Konstrukcja głowicy pała (pał ściskany)



### Wartości referencyjne minimalnej otuliny z kamienia cementowego dla mikropali <sup>1)</sup>

Klasa ekspozycji <sup>2)</sup>	Agresywność chemiczna	Element nośny z zaczynem iniekcyjnym		Element nośny z zaprawą	
		Ściskanie	Rozciąganie	Ściskanie	Rozciąganie
X0	Ze stałą obudową	10 mm	10 mm	25 mm	25 mm
X0, XC1-XC4	Nie występuje	20 mm <sup>3)</sup>	20 mm <sup>3)</sup>	35 mm	40 mm
XD1, XD2	Chlorki nie pochodzące z wody morskiej	20 mm	20 mm	35 mm	40 mm
XS1	Chlorki pochodzące z wody morskiej	20 mm	20 mm	35 mm	40 mm

1) EN 14199:2015 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Mikropale.

2) Dla pozostałych klas ekspozycji z EN 206, wartość minimalnej otuliny podana jest w EN 1992-1-1:2004, rozdział 4, oraz w załącznikach krajowych.

3) Dla okresu użytkowania do 5 lat minimalna wartość otuliny z zaczynu może zostać zmniejszona do 10 mm.

# Koronki wiertnicze

## Wstęp

Na wydajność wiercenia duży wpływ ma dobór odpowiedniej koronki, który zależy głównie od twardości i ścieralności gruntu, metody wiercenia oraz średnicy i długości otworu.

Ponadto koronka, a tym samym średnica otworu, zależy od typu konstrukcji (np. gwoździe gruntowe lub skalne, mikropale, itp.).

Kluczowa kwestia podczas instalacji w technologii samowiercącej to zminimalizowanie wpływu na otaczający grunt lub skałę poprzez optymalizację prędkości i energii wiercenia.

Na przykład w gruntach mieszanych, typowo wykorzystywane

koronki to koronka krzyżowa z dyszami wstecznymi (TSB), koronka asymetryczna lub koronka krzyżowa. Grunty takie jak gliny, łupek miękki lub muł gliniasty są usuwane poprzez ścinanie i skrobanie. Dla takich gruntów stosuje się koronki TSB, asymetryczne oraz krzyżowe.

W twardszych gruntach i skałach większą rolę odgrywa wykorzystanie energii uderzeniowej (udar). W takich przypadkach stosuje się koronki słupkowe, krzyżowe lub asymetryczne w połączeniu z wkładkami z węglików wolframu.

Warunki gruntowe			Typ koronki wiertniczej <sup>1)</sup>								
Przeznaczenie	Opis	Przykład	Koronka krzyżowa z dyszami wstecznymi, hartowana	Koronka słupkowa z cofniętą tarczą środkową, hartowana	Koronka słupkowa z cofniętą tarczą środkową, z węglnikami wolframu	Koronka asymetryczna, hartowana	Koronka asymetryczna, z węglnikami wolframu	Koronka krzyżowa, hartowana	Koronka krzyżowa, z węglnikami wolframu	Koronka słupkowa, hartowana	Koronka słupkowa, z węglnikami wolframu
Aluwium	<ul style="list-style-type: none"> <li>Humus i warstwy organiczne</li> <li>Torf i szlam</li> <li>Mieszanki żwiru, piasku, mułu i gliny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wierzchnie, luźne warstwy gruntu, grunty upłynnione, także wodonośne</li> <li>Osady sedymentacyjne, strefy uskoków</li> </ul>	X	(X)		(X)		X			
Piaski	<ul style="list-style-type: none"> <li>Piaski spoiste i niespoiste, żwir, mieszanki o małej zawartości gliny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grunty łatwo-urabialne</li> <li>Osady mieszane</li> </ul>	X	(X)	(X)	X		X			
Grunty spoiste	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mieszanki piasku, żwiru, mułu i gliny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grunty średnio-urabialne</li> <li>Osady mieszane</li> </ul>	(X)	X	X	X	(X)	X		(X)	
Żwir	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grunty o większej zawartości żwiru grubszych frakcji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grunty trudno-urabialne</li> <li>Koryta rzek</li> </ul>		(X)	X	(X)	X	(X)		X	
Skały miękkie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spękane, kruche, zwietrzałe</li> <li>Zlepieńce</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Skały średnio-urabialne</li> <li>Wapień, łupki</li> </ul>			X	(X)	X			X	X
Skały twarde	<ul style="list-style-type: none"> <li>Większa ścieralność i/lub wytrzymałość na ścisnienie, mniej spękane</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Skały trudno-urabialne</li> <li>Skały wulkaniczne, twarde piaskowce, beton</li> </ul>					(X)			(X)	(X)

1) Podane wskazania mają jedynie ogólny charakter, właściwy dobór koronki zależy od warunków miejscowych. Średnica i długość wiercenia wpływa na wybór koronki. Symbol "X" oznacza standardowe zastosowanie, a symbol "(X)" oznacza potencjalne wykorzystanie w danych warunkach.

## Portfolio

- Skuteczna instalacja uzależniona jest od doboru odpowiedniej koronki
- Szeroki wybór koronek dla różnych warunków gruntowych
- Wybór opcjonalnie stosowanych dystanserów musi korelować ze średnicą koronki
- Zoptymalizowane z uwzględnieniem parametrów instalacji oraz urabialności gruntów i skał
- Dostosowane do wymagań inżynierii lądowej oraz budownictwa podziemnego
- Więcej informacji na temat budowy i wyboru koronek wiertniczych znajduje się w oddzielnej broszurze dla koronek systemu DSI Hollow Bar

Średnica <sup>1)</sup> Gwint		Typ koronki wiertniczej <sup>1)</sup>									
		Koronka krzyżowa z dyszami wstecznymi, hartowana	Koronka krzyżowa z dyszami wstecznymi i bocznymi, hartowana	Koronka słupkowa z cofniętą tarczą środkową, hartowana	Koronka słupkowa z cofniętą tarczą środkową, z węglnikami wolframu	Koronka asymetryczna, hartowana	Koronka asymetryczna, z węglnikami wolframu	Koronka krzyżowa, hartowana	Koronka krzyżowa, z węglnikami wolframu	Koronka słupkowa, hartowana	Koronka słupkowa, z węglnikami wolframu
51 mm (2,0 in)	R32					X	X	X	X	X	X
	R38										
	R51										
	T76										
76 mm (3,0 in)	R32		X	X	X	X	X	X	X	X	X
	R38			X	X	X		X	X	X	X
	R51			X	X					X	X
	T76										
90 mm (3,5 in)	R32			X	X						
	R38			X	X			X	X	X	X
	R51			X	X			X	X	X	X
	T76										
100 mm (3,9 in)	R32		X								
	R38		X							X	X
	R51							X	X	X	X
	T76										
115 mm (4,5 in)	R32										
	R38			X	X			X	X	X	X
	R51			X	X			X	X	X	X
	T76							X	X		
130 mm (5,1 in)	R32										
	R38		X								
	R51			X				X	X	X	X
	T76	X		X	X			X	X	X	X
150 mm (5,9 in)	R32										
	R38										
	R51		X								
	T76	X		X	X			X		X	X
200 mm (7,9 in)	R32										
	R38										
	R51										
	T76	X						X	X		X

1) Oznaczenie X wskazuje typowe rozmiary koronek wiertniczych, inne rozmiary dostępne na zamówienie.

# Instalacja w technologii samowiercącej

Instalacja samowiercąca może być wykonywana w sposób częściowo lub całkowicie zmechanizowany, w zależności od dostępnych maszyn. System DSI Hollow Bar oferuje dużą efektywność instalacji, ponieważ wiercenie i iniekcja odbywają się w jednym ciągu technologicznym. Dobór odpowiednich maszyn wiertniczych jest kluczem do zapewnienia wydajnego i bezpiecznego wiercenia.

## Parametry instalacji

Instalacja samowiercąca jest wykonywana przy użyciu maszyn obrotowych lub obrotowo-udarowych. Parametry wiercenia zależą od zastosowania, warunków gruntowych, typu żerdzi oraz od ostatecznej długości wiercenia. Należy odpowiednio dostosować główne parametry wymienione poniżej.

### Prędkość obrotowa

Prędkość obrotowa jest kontrolowana przez zamontowany silnik. Podczas gdy wiertnice (hydrauliczne) do skał pracują z wyższymi prędkościami, a ostateczna długość wiercenia jest zwykle krótka, doświadczenia z zastosowań w inżynierii lądowej pokazały, że prędkość obrotowa w zakresie 120-150 rpm daje dobre rezultaty.

### Moment

Zalecany maksymalny moment obrotowy przy instalacji systemu DSI Hollow Bar został określony dla różnych typów i wskaźników posuwu. Wartości zostały wyznaczone numerycznie ze współczynnikiem bezpieczeństwa 0,7 w odniesieniu do granicy plastyczności.

### Częstotliwość udaru

Różne typy sprzętu wiertniczego oferują szeroki zakres częstotliwości udaru. Zasadniczo należy stosować takie same parametry udaru jak przy standardowym wierceniu w gruntach i skałach przy użyciu wiertel wielokrotnego użytku. Dla stabilności kierunkowej oraz wydajności wiercenia w inżynierii lądowej dobre rezultaty uzyskano przy częstotliwości od 300 do 600 bpm.

### Posuw

Zalecane wartości maksymalne posuwu, w zależności od typu żerdzi oraz zastosowanego momentu, pokazane są na odpowiednich diagramach.

Dla mniejszych długości wiercenia w budownictwie podziemnym dobór wartości posuwu nie jest tak krytyczny, jak w inżynierii lądowej, gdzie kluczowymi cechami są stabilność i precyzja przewodu wiertniczego. Tutaj należy tak dobrać prędkość posuwu, aby osiągnąć możliwie płynny proces instalacji.



# Iniekcja

Osprzęt iniekcyjny do systemu DSI Hollow Bar zazwyczaj składa się z jednostki mieszającej i jednostki pompującej. Urządzenia te muszą zapewniać całkowite wymieszanie iniektu oraz stałe ciśnienie pompowania. Dla jednoczesnego wiercenia i iniekcji nie jest wymagane wysokie ciśnienie ( $< 7 \text{ bar}/100 \text{ psi}$ ), dlatego musi być utrzymana stała prędkość podawania, aby zapewnić cyrkulację iniektu w otworze. Ciśnienie iniekcji musi być dopasowane do zastosowania i wydajności maszyny. Np. dla długich kotew będzie wymagane większe ciśnienie, niż dla krótkich gwoździ gruntowych. Zużycie medium iniekcyjnego zależy od:

- Rodzaju i typu płuczki
  - Powietrze, woda, mieszanka wodno-powietrzna lub zaczyn
- Warunków gruntowych
  - Grunty bardziej porowate i spękane skały powodują zwiększone zużycie medium iniekcyjnego
- Wskaźnik wodno-cementowy
  - Z reguły między 0,35 a 0,70

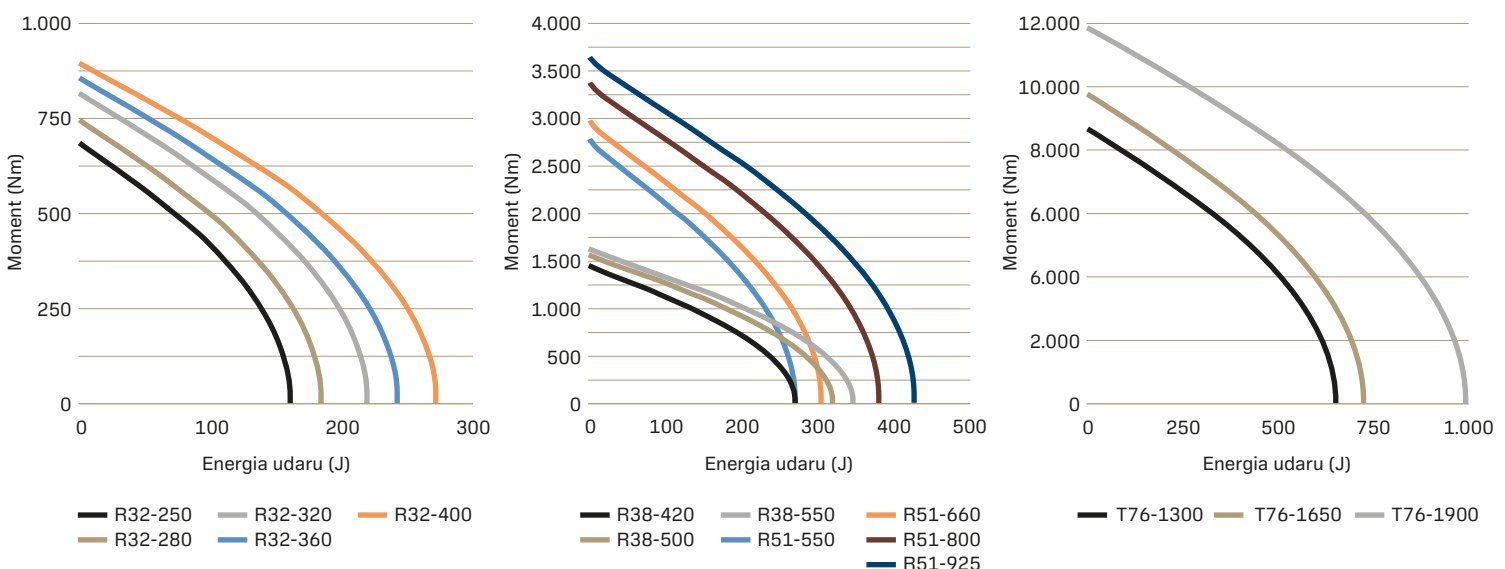
Ponadto iniekcja może być wykonywana zarówno podczas wiercenia, przy użyciu głowicy płuczkowej, jak i po jego zakończeniu. Procedura iniekcji wtórnej wykonywana jest przy użyciu adaptera iniekcyjnego. Jeśli lokalne warunki gruntowe wymagają dodatkowej poprawy, można wykonać wielokrotną iniekcję przy użyciu łączników do iniekcji wtórnej. Dodatkowe otwory iniekcyjne wywiercone w żerdzi również mogą wspomagać rozprowadzenie zaczynu na całej długości otworu; zmniejszają one jednak nośność samej żerdzi.



## Jednoczesne wiercenie i iniekcja

Ta technika zapewnia prawidłowe i równomierne rozłożenie zaczynu na całej długości w miarę postępu wiercenia i daje dobre rezultaty w tych rodzajach gruntów, gdzie nie da się utworzyć prawidłowej buławy wokół żerdzi stosując iniekcję wtórną. Zaczyn, który zastępuje wodę lub powietrze jako medium płuczające, jest wprowadzany do przewodu wiertniczego przez obrotową głowicę płuczkową; przenika on do gruntu równocześnie z wierceniem i tworzy buławę zwiększając siłę wiązania. W gruntach niespoistych wymagany jest niewielki wypływ zaczynu z otworu, dla gruntów spoistych może być konieczne większe zużycie zaczynu/płuczki.

## Zalecany stosunek energii udaru i momentu obrotowego



# Metody instalacji

## Wiercenie i iniekcja zaczynu cementowego w jednym cyklu

- Montaż żerdzi systemowej DSI Hollow Bar do wiertnicy poprzez głowicę płuczkową



- Wiercenie i jednoczesna iniekcja zaczynu



- Możliwe przedłużenie żerdzi za pomocą muf



- Odłączenie od głowicy płuczkowej



## Wiercenie i iniekcja wtórna

- Montaż żerdzi systemowej DSI Hollow Bar do wiertnicy



- Wiercenie udarowe bez orurowania: tracona koronka wiertnicza oraz żerdź jako wiertło; płukanie wodą lub mieszanką powietrzno-wodną



- Możliwe przedłużenie żerdzi za pomocą muf



- Odłączenie od wiertnicy, iniekcja wtórna zaczynu za pomocą adaptera



- Montaż zakotwienia (płyta oraz nakrętka), w zależności od zastosowania



# Badania i monitoring

## Wstęp

Badania in-situ zapewniają prawidłowe działanie systemu i pozwalają na sprawdzenie poprawności wykonawstwa. W zależności od zastosowania należy dobrać odpowiednią metodę badań. Testy przeprowadzane są na elementach próbnych. Elementy te powinny być przygotowane i wykonane tak samo jak elementy docelowe (zgodnie z projektem).

Na przykład badanie kotew gruntowych obejmuje trzy typy badań, w celu kontroli jakości:

### Badania wstępne

- Przeprowadza się na kotwach próbnych przed rozpoczęciem głównych prac
- Badania wstępne dostarczają informacji na temat wykonawstwa, poprawności projektu i poziomów bezpieczeństwa

### Badania przydatności

- Przeprowadza się na kotwach wykonanych identycznie jak kotwy użytkowe
- Dane stanowią punkt odniesienia, na podstawie którego można oceniać nośność kotew użytkowych

### Badania odbiorcze

- Mogą być przeprowadzone na wszystkich kotwach użytkowych
- Obciążenie testowe wykazuje zdolność kotwy do przeniesienia obciążeń przekraczających siłę projektową

Dla mikropali oraz gwoździ gruntowych i skalnych preferowanymi metodami badań są badania wstępne i badania przydatności.

W trakcie badań wstępnych określa się wytrzymałość na styku buława-grunt oraz charakterystykę układu w zakresie obciążeń użytkowych. Badania przydatności potwierdzają poprawność projektu w porównywalnych warunkach gruntowych. Testy pull-out są domyślną procedurą dla kotew gruntowych i gwoździ.

W zależności od typu obciążeń (rozciąganie, ściskanie lub obciążenia zmienne) mikropala bada się w testach wyciągania i/lub w badaniach statycznych. Z reguły nie wykonuje się badań in-situ dla lanc iniekcyjnych. Badania i monitoring dają wymierne korzyści ekonomiczne w całym cyklu życia elementu. Mając do dyspozycji dane z badań in-situ, możliwa jest optymalizacja projektu budowlanego. Monitoring i regularne przeglądy wydłużają możliwy okres użytkowania zarówno zastosowanego elementu jak i całej konstrukcji, ponieważ uszkodzenia lub odchylenia konstrukcji mogą być wykryte na wczesnym etapie.

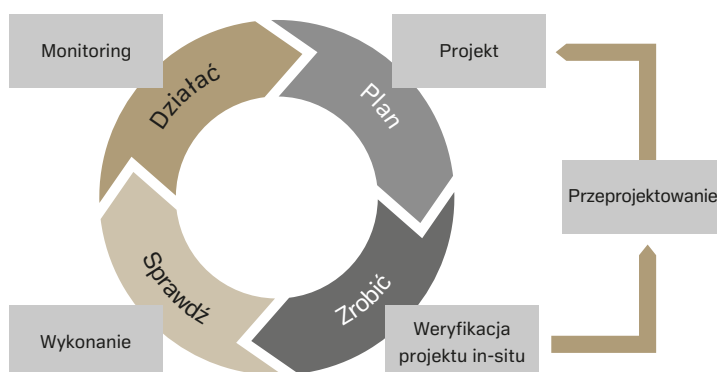
## Testy pull-out

Testy pull-out pokazują charakterystykę i mechanizm przenoszenia obciążeń zainstalowanego systemu żerdzi DSI. Testy te można przeprowadzić na rzeczywistych długościach lub na odizolowanych próbkach. Do przedłużki żerdzi przykładane jest obciążenie rozciągające za pomocą hydraulicznego siłownika z systemem pomiarowym. Hydrauliczny siłownik przelotowy wraz ze "stołkiem" do sprężania oparte są na powierzchni gruntu lub skały i są połączone z żerdzią za pomocą specjalnej przedłużki oraz nakrętki. Obciążenie rozciągające przykładane jest przez wysuw tłoka siłownika. Podczas badań pull-out należy mierzyć i rejestrować siłę oraz przemieszczenie żerdzi.

Zestaw do badań pull-out składa się z reguły z następujących elementów:

- Adapter, ciągnio, nakrętka
- Stołek (element podporowy)
- Układ hydrauliczny: siłownik przelotowy i pompa
- Systemy pomiaru siły i przemieszczeń

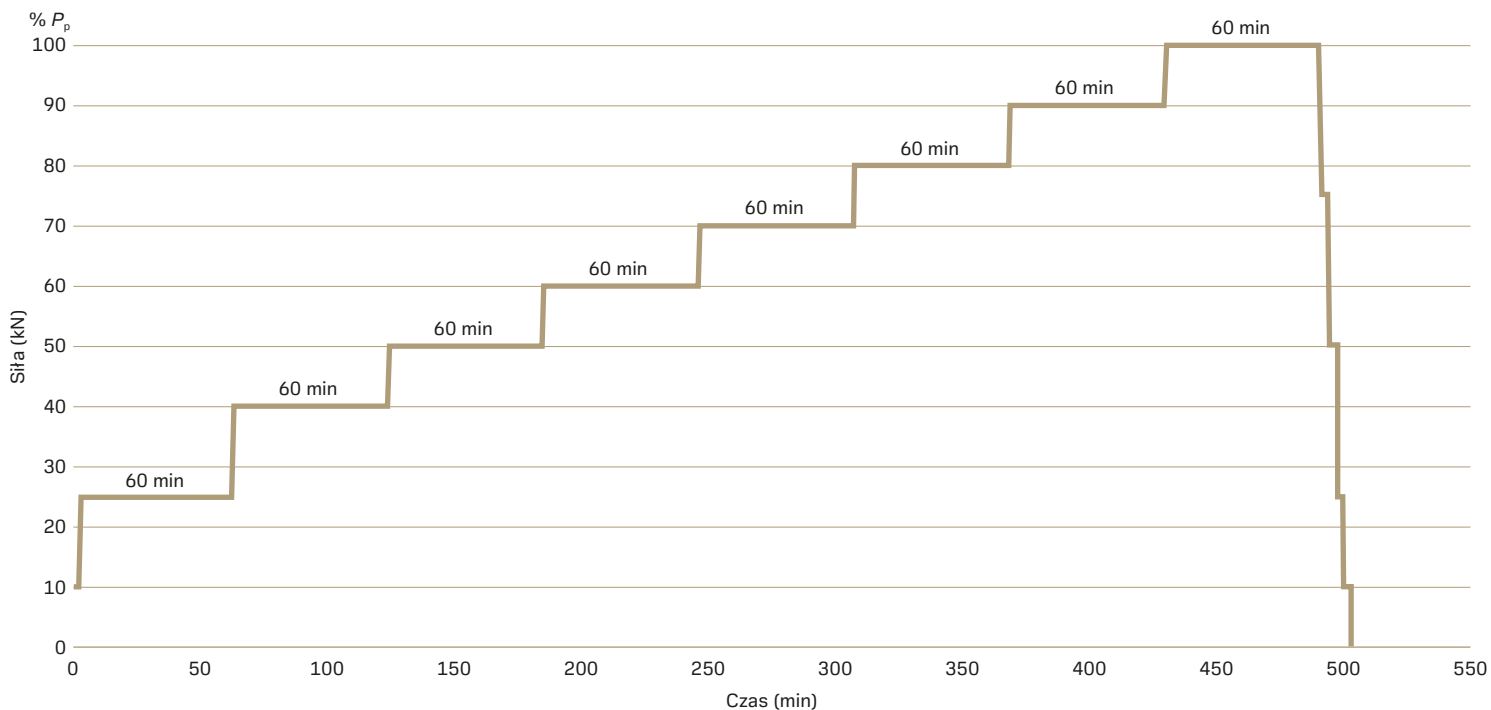
Więcej informacji dotyczących sprzętu do badań znajduje się w dziale "Akcesoria systemowe".



# Przykłady zastosowań



## Badanie pull-out – badania odbiorcze zgodnie z ISO 22477-5 (metoda 3)



## Siłomierz KMD (Load cell)

### Główne cechy

- Siłomierze od 800 do 10.000 kN siły nominalnej
- Siła nominalna równoważna jest sile stałej
- 30 % krótkotrwałego przeciążenia
- Sprężysty element ze stali nierdzewnej
- Może być używany w środowiskach agresywnych, zawierających kwasy i chlorki, takich jak tunele drogowe i mosty
- Stopień ochrony IP 68
- Zintegrowany czujnik temperatury
- Zintegrowany wzmacniacz sygnału
- Niewrażliwy na większe długości kabli i zakłócenia elektryczne
- Sygnał pomiarowy w V i mV/V
- Automatykzna identyfikacja dzięki zintegrowanej pamięci do rejestracji danej lokalizacji (budowy), numeru urządzenia, daty instalacji itp.
- Wytrzymałe kable sygnałowe odporne na promieniowanie UV, kwasy i oleje
- Wytrzymałe, wodoodporne złącze LEMO
- Opcjonalnie zabezpieczenie przeciwprzepięciowe
- Dowolna długość kabla

### Urządzenie odczytujące

- Wyświetla siłę oraz temperaturę siłomierza
- Wyświetla numer seryjny siłomierza
- Wyświetla numer ID, nazwę budowy, itp., zgodnie z danymi wprowadzonymi przez użytkownika
- Dokładność siły 1 kN
- Dokładność temperatury 0,5 °C
- Temperatura pracy -25 do +50 °C
- Zasilane akumulatorem litowo-jonowym, ładowarka zewnętrzna
- Wymiary 216 x 180 x 102 mm
- Masa < 2 kg
- Obudowa wykonana z plastiku odpornego na uderzenia
  - Wstrząsoodporna
  - Wodoodporna IP 67
  - Odporna na piasek i kurz
  - Hermetyczna
  - Kwasoodporna



# System SMART DSI Hollow Bar

## Wstęp

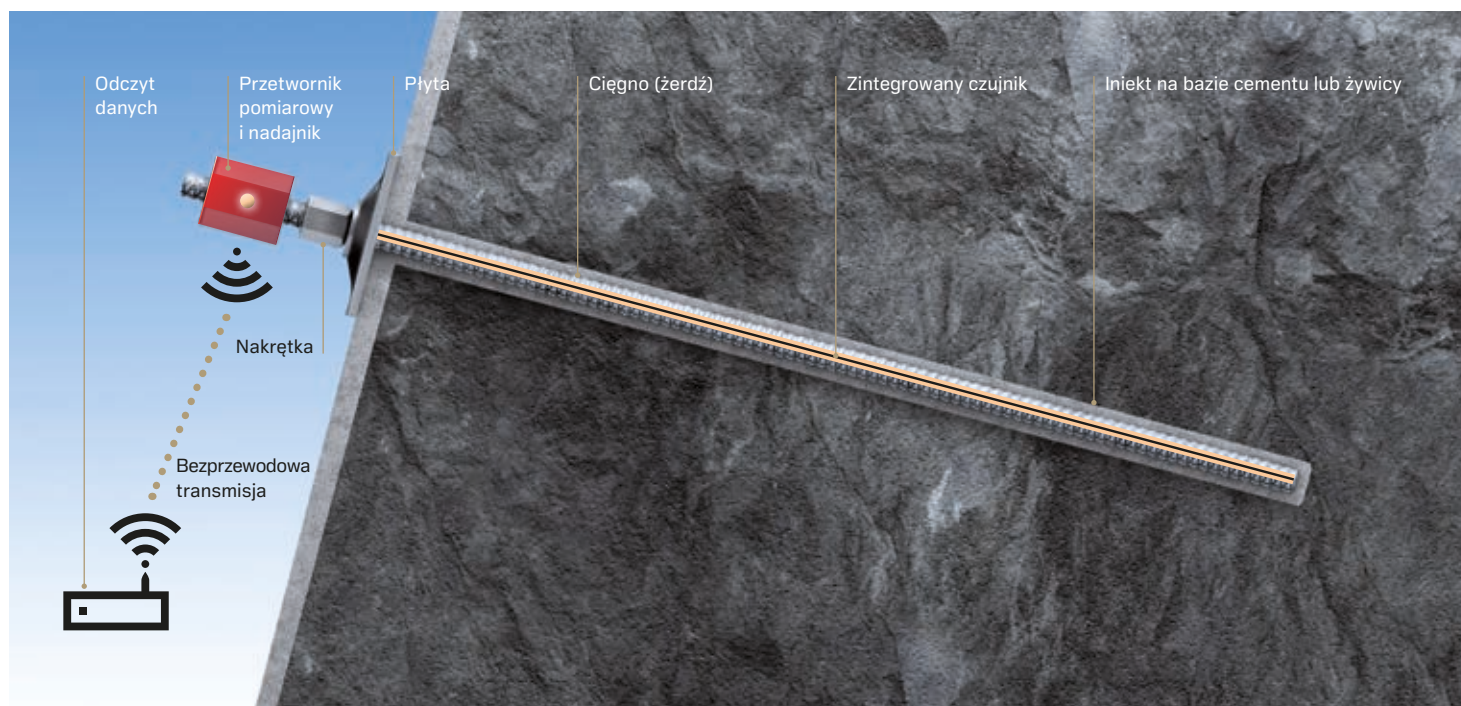
Cięgno DSI Hollow Bar idealnie nadaje się do wykonywania pomiarów na gwoździach, zarówno w budownictwie podziemnym jak i inżynierii lądowej. System jest znormalizowany, posiada duży zakres długości i umożliwia umieszczenie urządzenia pomiarowego wewnątrz żerdzi. Konwencjonalne gwoździe monitorujące w tunelowaniu składają się z całkowicie zainiektowanej żerdzi, z umieszczonym wewnątrz wieloprętowym ekstensometrem, który służy do pomiaru przemieszczeń względnych od punktu zakotwienia wzdłuż długości cięgna. Te systemy są prefabrykowane i instalowane w jednym kawałku we wcześniej wywierconym otworze. Dlatego długość konwencjonalnych gwoździ pomiarowych jest ograniczona do przestrzeni roboczej dostępnej przy instalacji. Ponadto funkcjonalność takich gwoździ ograniczona jest do danych odczytanych z ekstensometru.

Nowa generacja systemu SMART DSI Hollow Bar, który jest obecnie w fazie rozwoju, ma na celu przeniesienie cyfryzacji w budownictwie na nowy poziom. Montaż można wykonywać w technologii samowiercącej, tak samo jak standardowe gwoździe

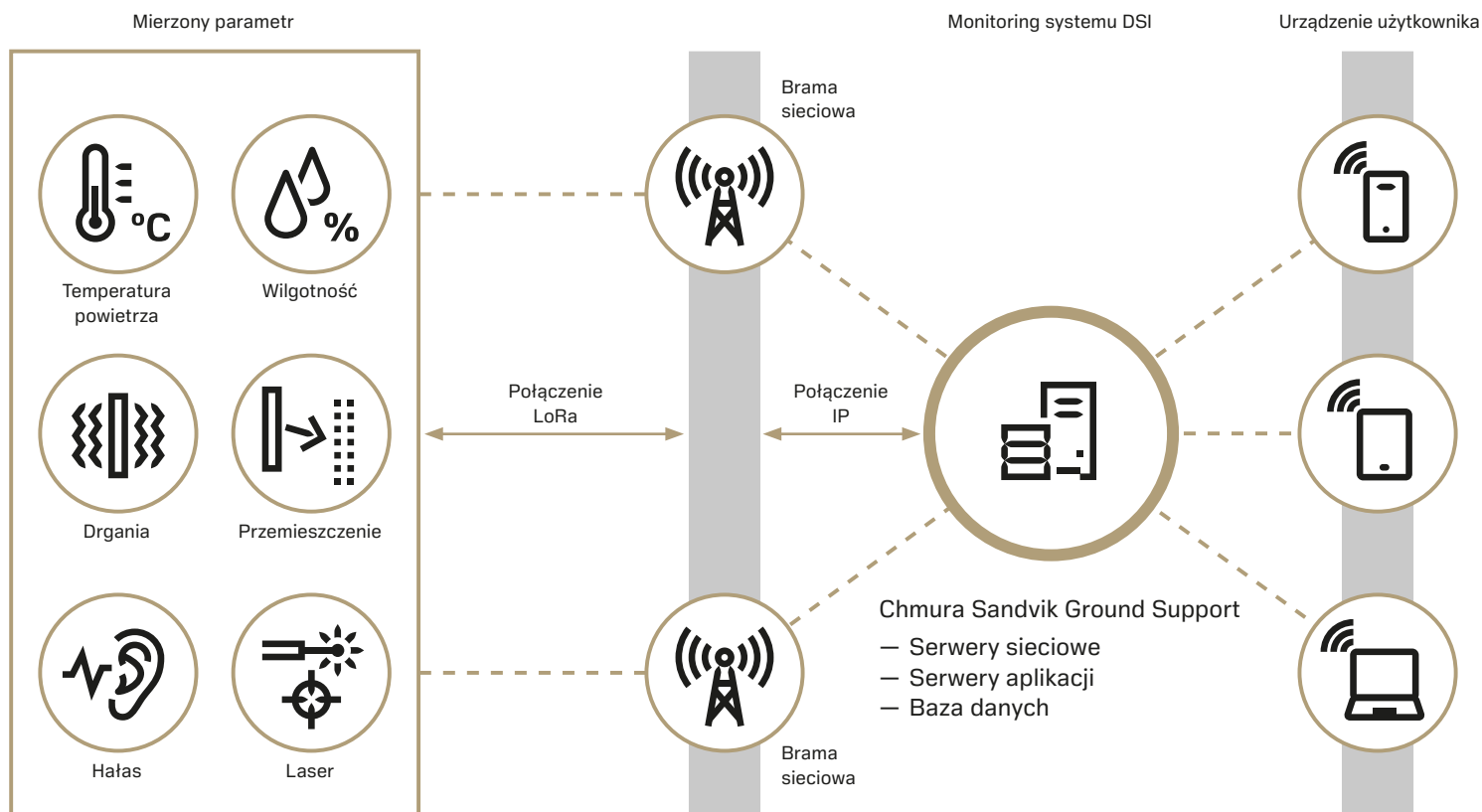
DSI Hollow Bar, co umożliwi szybką i efektywną instalację. Żerdzie wyposażone są w zintegrowane czujniki, zabezpieczone przed wpływem środowiska zewnętrznego. Dodatkowo nakrętka SMART, ze zintegrowanymi czujnikami danych geotechnicznych oraz środowiskowych, rozszerza możliwości pomiarowe systemu. Nakrętka SMART pełni również funkcję przetwornika pomiarowego oraz bezprzewodowego nadajnika.

Dane można pozyskiwać za pomocą istniejących rejestratorów, system jest zaprojektowany jako otwarty (open-source) i kompatybilny z najnowocześniejszymi aplikacjami. System SMART DSI Hollow Bar umożliwia płynną transformację z konwencjonalnego zastosowania gwoździ gruntowych i skalnych do inteligentnego (wyposażonego w czujniki) narzędzia, bez zmiany ich podstawowych konfiguracji i charakterystyk. Ogrom pozyskanych danych geotechnicznych i środowiskowych sprawia, że zastosowanie w projektowaniu i w zarządzaniu cyklem życia elementu jest niemal nieograniczone. Sandvik Ground Support wkrótce zaprezentuje System SMART DSI Hollow Bar.

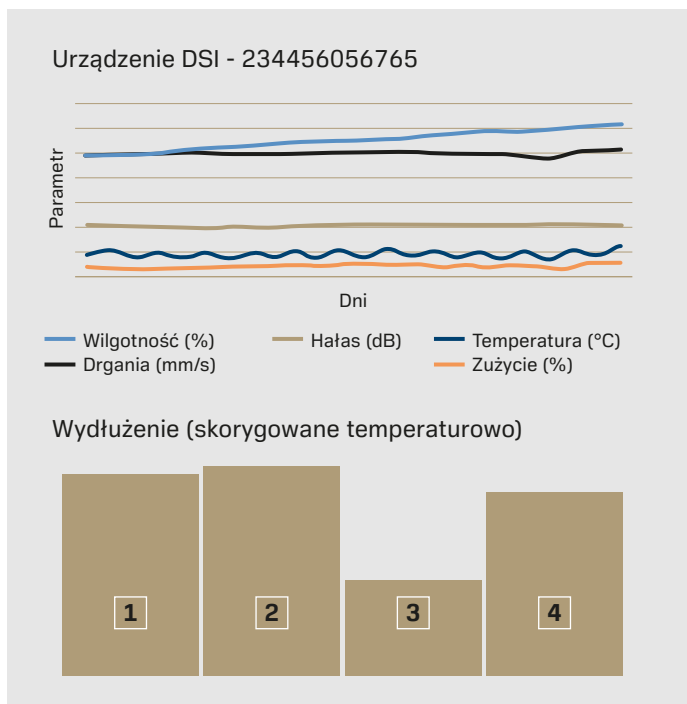
## Cyfrowy gwóźdź gruntowy lub skalny



# Zastosowanie monitoringu DSI (transfer danych)



## Wizualizacja na podstawie geo-danych

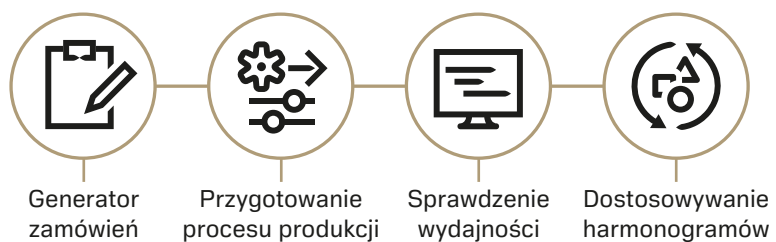


# Strategia zamkniętej pętli





## Planowanie produkcji



# Akcesoria systemowe

Sandvik Ground Support oferuje szeroką gamę modułowych akcesoriów, które uzupełniają najwyższej jakości serię produktów DSI Hollow Bar. Akcesoria systemowe są niezbędne do bezpiecznego i skutecznego działania systemu. Standardowe akcesoria mogą

być wykorzystywane jako elementy nośne oraz do wiercenia, iniekcji i monitoringu. Lokalne wsparcie oraz łatwa dostępność produktów zapewniana jest przez lokalne centra kompetencji – Sandvik Ground Support jest **dostawcą rozwiązań**.



- Podatna głowica kotwiąca
- Dyski do wyrównania kąta
- Odwrócona głowica kotwy
- Czapki ochronne
- Elementy zakotwienia

– Złącze bagnetowe



– Łącznik do iniekcji wtórnej



– Nakrętki specjalne



– Rękawy (osłony)



– Miernik ciśnienia iniekcji



– Pompa mieszająca zaczyn



– Adapter iniekcyjny  
– Głowica płuczkowa



– Siłomierz KMD

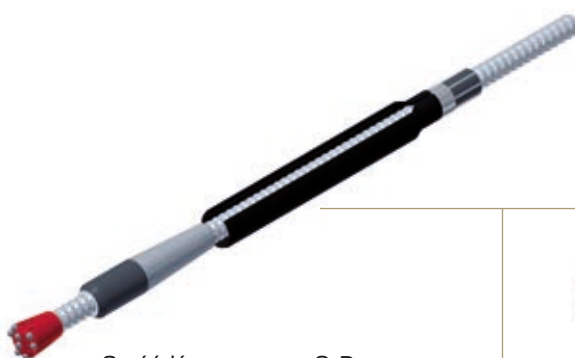
– Klucz do żerdzi wiertniczej  
– Osprzęt do wiercenia

– Sprzęt do badań

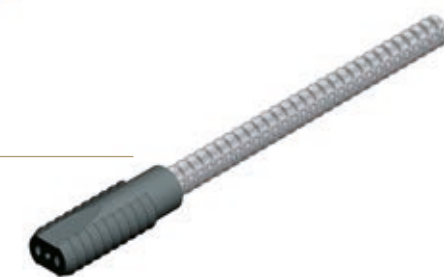
– Mufa z uszczelnieniem



– Mufa blokująca



– Gwóźdź rozporowy S-D



– Głowiczka rozporowa



– Dystanser (centralizer)



– Adaptery do koronek wiertniczych



– Koronki wiertnicze

# Gwóźdź rozporowy S-D

## Wstęp

W minionej dekadzie opracowano różne tzw. jednoetapowe systemy kotwienia. Wynika to ze stale rosnących wymagań dotyczących instalacji oraz coraz większego zapotrzebowania na gwoździe samowierzące. Rodzina produktów samowierzących DSI została teraz rozszerzona o element rozporowy do żerdzi DSI Hollow Bar. Ten innowacyjny gwóźdź rozporowy S-D (self-drilling) jest stosowany zarówno w budownictwie podziemnym jak i w inżynierii lądowej. Kluczem do sukcesu tego typu gwoździ jest zastosowanie sprawdzonej od lat technologii samowierzącej w połączeniu z innowacyjnym elementem rozporowym.

Gwóźdź rozporowy S-D jest instalowany w technologii samowierzącej; wiercenie otworu i instalacja gwoźdźcia odbywa się w jednym cyklu technologicznym. Ważną cechą jest zdolność systemu do adaptacji przy zmiennych warunkach gruntowych.

Aktywacja elementu rozporowego zaraz po zakończeniu wiercenia umożliwia natychmiastowe obciążenie gwoźdźcia.

Gwóźdź rozporowy S-D może być opcjonalnie sprężony po zamocowaniu płyty i nakrętki. Późniejsza iniekcja, niezależnie od zastosowanej technologii instalacji, umożliwia dalszą optymalizację harmonogramu instalacji. Ważnym zastosowaniem w inżynierii lądowej są zabezpieczenia wykopów, gdzie proces budowy wymaga uzyskania natychmiastowej nośności obudowy. W budownictwie podziemnym typowe zastosowania to stabilizacja czoła przodka lub dłuższe gwoździe wertykalne.

## Opis systemu

- Samowierzący gwóźdź rozporowy: mechanicznie zakotwiony i całkowicie zainiektowany
- Instalacja samowierząca w oparciu o technologię systemu DSI Hollow Bar
- Żerdź drążona z ciągłym, walcowanym na zimno, zewnętrznym, lewym gwintem, wykorzystywana jako wiertło
- Wiercenie obrotowo-udarowe przy użyciu standardowych maszyn
- Instalacja konwencjonalna lub zmechanizowana
- Natychmiastowa pełna nośność dzięki mechanicznemu zakotwieniu
- Opcjonalna późniejsza iniekcja
- Szeroki zakres stosowania od 210 do 800 kN (47 do 180 kip): R32-210 do R51-800
- Wykorzystanie kilku ułożonych kolejno elementów rozporowych pozwala na uzyskanie większych nośności nawet w słabszych gruntach

## Elementy systemu

- **Koronka wiertnicza**
  - Jednorazowe koronki o różnych typach i średnicach
  - Hartowane lub z węglnikami wolframu
- **Element rozporowy S-D**
  - Standardowe średnice: R32, R38 i R51
  - Dla R38 oraz R51 można zastosować kilka połączonych ze sobą elementów rozporowych
- **Żerdzie R32, R38 i R51**
- **Płyta**
  - Różne kształty i wymiary dostępne na zamówienie
- **Nakrętka**
- **Adapter**
  - Łączniki w różnych wersjach



### Gwóźdź rozporowy S-D typ R38-076 z dwoma połączonymi elementami rozporowymi



## Główne zalety

- Natychmiastowa pełna nośność po zamontowaniu i aktywacji elementu rozporowego
- Skrócenie czasu cyklu technologicznego dzięki oddzieleniu procedury instalacji i iniekcji
- Zdolność do zachowania nośności nawet przy dużych odkształceniach
- Wytrzymałe komponenty systemu
- Bezpieczna, łatwa i powtarzalna procedura instalacji
- Poprawiona dokładność wiercenia dzięki kierunkowemu prowadzeniu przez element rozporowy

### Gotowy do użycia gwóźdź rozporowy S-D R32-051



## Procedura instalacji

- Montaż i podłączenie adaptera do wiertnicy
- Obrotowo-udarowa instalacja samowiercząca (przeciwnie do ruchu wskazówek zegara) bez orurowania: jednorazowa koronka, żerdź jako wiertło, płukanie wodą lub mieszanką powietrzno-wodną
- Opcjonalne przedłużenie za pomocą muf
- Aktywacja elementu rozporowego po osiągnięciu finalnej głębokości wiercenia: wycofanie wiertła
- Odłączenie adaptera
- Montaż zakotwienia (płyta i nakrętka)
- Opcjonalnie oddzielna iniekcja



# Głowiczka rozporowa

## Wstęp

Cięgna ze zmienną długością wolną umożliwiają wstępne sprężenie kotwy, a tym samym aktywne przenoszenie sił. Kotew z elementem rozporowym jest instalowana we wcześniej wywierconym otworze. Dzięki aktywacji elementu rozporowego zapewniona jest natychmiastowa pełna nośność. Iniekcja szczeliny pomiędzy żerdzią a ścianami otworu, przy użyciu zaczynu cementowego lub systemu DSI Inject, wykonywana jest w drugim kroku roboczym.

## Główne zalety

- Prosta obsługa i zoptymalizowany czas instalacji
- Natychmiastowa pełna nośność
- Bezproblemowa instalacja w otworach zawodnionych
- Dobór odpowiedniego typu żerdzi zapewnia optymalną siłę kotwienia
- Ciągły gwint na żerdzi umożliwia swobodną regulację długości i późniejsze wydłużenie w miejscu instalacji
- Dostępny dla typów R32, R38 i R51



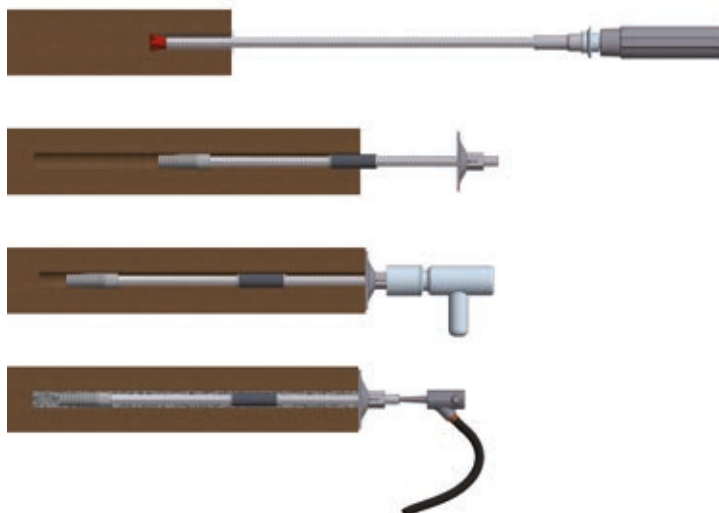
## Specyfikacje

Wartość charakterystyczna/typ	Symbol	SK-R32-048	SK-R38-068	SK-R51-078
Nominalna średnica zewnętrzna	$D_{e,nom}$	48 mm (1,9 in)	68 mm (2,7 in)	78 mm (3,1 in)
Długość	L	170 mm (6,7 in)	186 mm (7,3 in)	230 mm (9,1 in)
Masa nominalna	m	1,8 kg (4,0 lb)	4,0 kg (8,8 lb)	7,8 kg (17,2 lb)
Wymagana średnica otworu	$D_b$	52-58 mm (2,0-2,3 in)	72-78 mm (2,8-3,1 in)	90-95 mm (3,5-3,7 in)
Nośność nominalna <sup>1)</sup>	$F_{m,nom}$	230 kN (52 kip)	400 kN (90 kip)	630 kN (142 kip)

1) Wyznaczone w trakcie prób wyciągania w górotworze modelowym (betonie).

## Procedura instalacji

- Wiercenie otworu zgodnie ze specyfikacją, około 150 mm (6 in) głębiej niż długość kotwy rozporowej po montażu
- Włożenie zmontowanej kotwy rozporowej do otworu – płaszcz elementu rozporowego musi ściśle pasować do otworu
- Sprężenie za pomocą wkrętarki udarowej lub innego narzędzia
- Opcjonalnie iniekcja wtórna po zamontowaniu



# Podatna głowica kotwiąca

## Wstęp

Podatna głowica kotwiąca wraz ze zintegrowaną długością wolną (niezwiązaną) wykorzystywana jest w gruntach luźnych lub odkształcalnych. Instalacja odbywa się w technologii samowiercącej lub we wcześniej wywierconym otworze; długość wolna jest zainiektowana.

## Główne zalety

- Kontrolowane dopasowanie się do dużych deformacji podłoża
- Możliwość dostosowania do danych warunków gruntowych
- Stały, wysoki poziom siły uplastyczniającej
- Wytrzymała i trwała konstrukcja
- Niemiecka aprobatą do zastosowań podziemnych
- Proste i bezpieczne operowanie elementami prefabrykowanymi

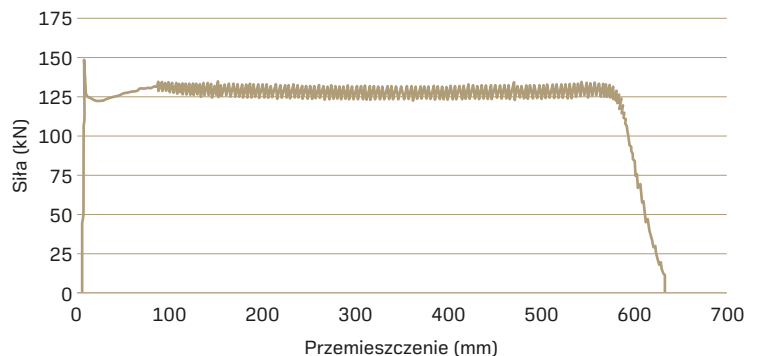


## Specyfikacje

Wartość charakterystyczna/typ	R32-GK 150-L <sup>1)</sup>
Siła uplastyczniająca	130-150 kN (29-34 kip)
Odształcenie plastyczne	Do 600 mm (23,6 in)

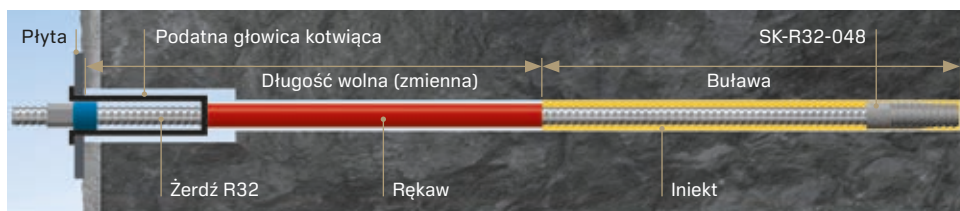
1) Zalecany domyślny typ żerdzi: R32-360.

### Charakterystyka plastyczności

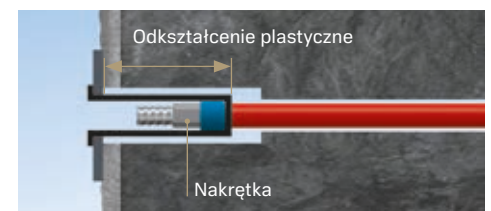


## Podstawowa koncepcja

### Instalacja



### Mechanizm działania



- Przeniesienie obciążeń
  - Buława zainiektowana, najlepiej z elementem rozporowym
  - Zakotwienie płyta i podatna głowica kotwiąca

- Mechanizm działania
  - Odształcenia gruntu powodują wydłużenie żerdzi na długości wolnej
  - Wymuszone kontrolowane uplastycznienie głowicy

- Podatna głowica kotwiąca
  - Oddzielny element
  - Mechanizm absorbujący oparty na cylindrze ze zintegrowanym tłokiem
  - Określona charakterystyka siła-przemieszczenie
  - Możliwość dostosowania do specyficznych wymagań projektu

# Łącznik z blokadą

## Wstęp

Łącznik blokujący zabezpiecza przed łatwym rozpięciem tymczasowego gwoźdźca lub kotwy z długością wolną. Zastosowanie takiego łącznika zapobiega rozłączeniu żerdzi podczas obrotu w prawo przy przedłużaniu przewodu wiertniczego.

Nieprawidłowa instalacja może być spowodowana przez zużyte adaptory, uszkodzone lub brakujące szczęki albo luźne mufy (w przypadku zastosowania komponentów niezgodnych z systemem). Mufa z blokadą zapobiega luzowaniu się złączy wewnątrz otworu – żerdzie są zamontowane jako element ciągły.



## Główne zalety

- Mufa blokująca nie rozłącza się samoczynnie podczas obrotu przewodu wiertniczego w prawo
- Bezproblemowe przedłużanie lub rozłączanie przewodu wiertniczego
- Nadaje się do sekcji z długością wolną
- Kontrolowane usunięcie konkretnych sekcji żerdzi przez selektywne zastosowanie standardowych muf i muf blokujących

## Opis systemu

Standardowy łącznik jest zastępowany mufą blokującą. Podczas obrotu przewodu wiertniczego w lewo wewnętrzny mechanizm blokujący nacina poprzeczne żebra na żerdzi. Dzięki temu łącznik jest zablokowany przy obrocie w prawo i zabezpieczony przed poluzowaniem.

## Specyfikacje

- Dostępny dla żerdzi R32, R38 i R51
- Zaprojektowany na odpowiednio największe nośności:
  - R32-400
  - R38-550
  - R51-800 (R51-925)
- Opcjonalnie dostępny z jednostronnym lub dwustronnym mechanizmem blokującym

## Właściwości techniczne

- Obsługa podczas instalacji jest taka sama jak dla muf standardowych
- Mufy blokujące umożliwiają wiercenie obrotowo-udarowe (w lewo) i zabezpieczają złącze podczas obrotu przewodu wiertniczego w prawo



# Łącznik z uszczelnieniem

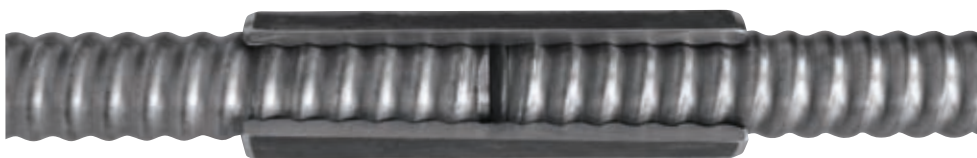
## Wstęp

Ze względu na budowę konwencjonalnych łączników nie jest możliwe zapewnienie absolutnej szczelności połączeń, przy stosowaniu standardowych ciśnień płukania.

Mufa z uszczelnieniem umożliwia zoptymalizowaną instalację pod względem szczelności przewodu wiertniczego. Ma to istotne znaczenie w przypadku operacji jednoczesnego wiercenia i iniekcji.

## Główne zalety

- Bezpieczna iniekcja zaczynu i/lub medium płuczącego
- Mufy uszczelniające zapewniają szczelność przy stosowaniu standardowych ciśnień
- Łatwość stosowania; taka sama obsługa jak dla muf standardowych



## Opis systemu

Standardowy łącznik jest zastępowany mufą uszczelniającą. Zainstalowany wewnątrz mufy pierścień uszczelniający zapewnia ciasne dopasowanie sfazowanych końców dwóch żerdzi. Mufa uszczelniająca gwarantuje szczelność złącza przy standardowych ciśnieniach roboczych.

## Specyfikacje

- Dostępny dla żerdzi R32, R38, R51 oraz T76
- Zaprojektowany na odpowiednio największe nośności:
  - R32-400
  - R38-550
  - R51-800 (R51-925)
  - T76-1900

## Właściwości techniczne

- Obsługa podczas instalacji jest taka sama jak dla muf standardowych
- Pierścień uszczelniający wewnątrz mufy oraz sfazowane końce żerdzi zapewniają optymalną szczelność

# Łącznik do iniekcji wtórnej

## Wstęp

Standardowo przestrzeń pomiędzy żerdzią a gruntem iniektowana jest przez otwory wylotowe w koronce wiertniczej. Specjalny łącznik do iniekcji wtórnej pozwala na ukierunkowaną iniekcję przez oczyszczony otwór w żerdzi, przy użyciu różnych mediów iniekcyjnych. Iniekcje te mogą być wykonywane w celu poprawy właściwości gruntu lub wypełnienia pustek.

## Główne zalety

- Nadaje się do wszystkich rodzajów gruntu
- Brak częściowych strat płuczki oraz medium iniekcyjnego
- Kontrolowana i celowana iniekcja wtórna
- Regulowane ciśnienie otwarcia zaworów



## Opis systemu

Standardowy łącznik jest zastępowany mufą do iniekcji wtórnej. Ten specjalny typ mufy pozwala na ukierunkowaną i wielokrotną iniekcję poprzez rozmieszczone obwodowo otwory iniekcyjne z zaworami. Ciśnienie otwierające zawory może być dopasowane do potrzeb klienta.

## Procedura instalacji

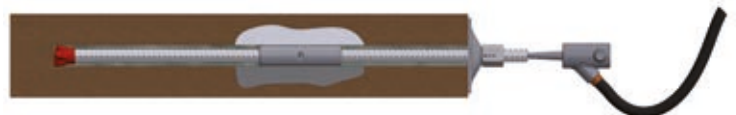
- Montaż systemu DSI Hollow Bar i podłączenie do głowicy płuczkowej
  - Uwaga: możliwy jest również montaż samowierzący i późniejsza iniekcja
- Instalacja samowierząca z jednoczesną iniekcją zaczynu
  - Pierwotna iniekcja przez otwory w koronce wiertniczej
  - Przedłużanie żerdzi za pomocą specjalnych muf do iniekcji wtórnej
- Iniekcja wtórna i montaż końcowy
  - Płukanie wodą kanału iniekcyjnego (wewnątrz żerdzi) przy użyciu plastikowego węża, tuż po zakończeniu montażu
  - Krótki czas twardnienia iniektu pierwotnego zależy od zastosowanej mieszanki (zazwyczaj 12 go 18 godzin)
  - Iniekcja wtórna przy użyciu adaptera wykonywana przez specjalne mufy pod ciśnieniem przekraczającym 8 bar (115 psi)
  - Maksymalne ciśnienie iniekcji zależy od zastosowania i warunków gruntowych
  - Powtórzenie procedury w przypadku konieczności wykonania kolejnej iniekcji
  - Przygotowanie zakotwienia, jeśli jest wymagane

## Specyfikacje

- Dostępny dla żerdzi R32, R38, R51 oraz T76
- Zaprojektowany na odpowiednie największe nośności:
  - R32-400
  - R38-550
  - R51-800 (R51-925)
  - T76-1900
- Fabrycznie nastawialne znamionowe ciśnienie otwarcia zaworów: od 8 do 20 bar (115 do 290 psi)
- Funkcja zapobiegająca cofaniu się iniektu

## Właściwości techniczne

- Obsługa podczas instalacji jest taka sama jak dla muf standardowych
- Nośność systemu (żerdź – mufa) pozostaje niezmienna
- Wielokrotna iniekcja może być wykonywana przez otwory z zaworami



# Nakrętki specjalnego zastosowania

## Nakrętka oczkowa i pierścieniowa

- Oczkowa: wersja o dużej wytrzymałości
- Pierścieniowa: wersja standardowa
- Podwieszenia użytkowe
- Mocowanie lin i mat
- Kotwienie siatek i geosyntetyków



## Nakrętka z kabłąkiem

- Lekkie podwieszenia
- Montowanie narzędzi obsługowych



# Elementy zakotwienia

## Rękawy

- Zapobiegają wiązaniu
- Do długości wolnej
- Dodatkowa ochrona antykorozyjna
- Mikropale: wzmocnienie szyjki pala
- Dostępne wersje stalowe i z tworzywa (PE)



## Czapki ochronne

- Tymczasowa ochrona antykorozyjna
- Do ścian konstrukcyjnych, w których nie stosuje się betonu natryskowego
- Ochrona personelu, gdy głowica jest w obrębie dróg komunikacyjnych
- Dostępne wersje stalowe i z tworzywa (PE)



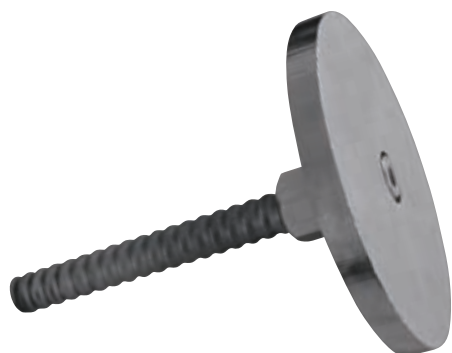
## Dyski do wyrównania kąta

- Bezpieczne zakotwienie nawet przy dużych nachyleniach ( $\leq 55^\circ$ )
- Zazwyczaj stosowane w połączeniu z nakrętką sferyczną
- Wersje standardowe dla żerdzi R32 oraz R38



## Odwrócona głowica kotwy

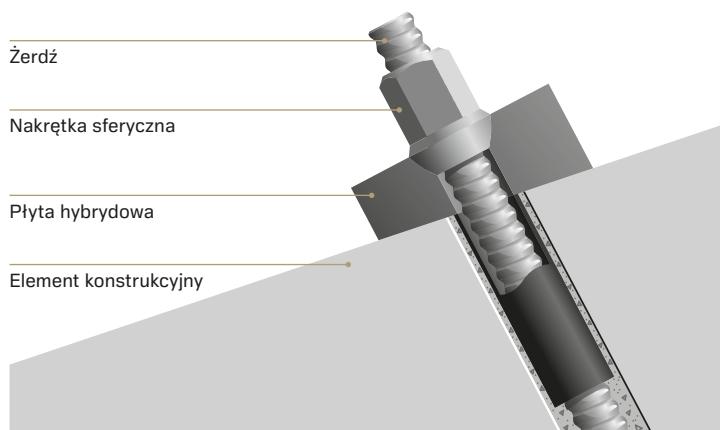
- Grodźce
- Zakotwienie poprzeczne
- Ograniczona dostępna przestrzeń



# Płyta hybrydowa

## Wstęp

Płyty hybrydowe wykonane są ze zbrojonego włóknami betonu o ultrawysokiej wytrzymałości i są stosowane do zakotwień cięgien. Funkcjonalność płyt hybrydowych została zweryfikowana w badaniach zgodnie z EAD-160004-00-0301 (post-tensioning kits for prestressing of structures – dawniej ETAG 013).



## Główne zalety

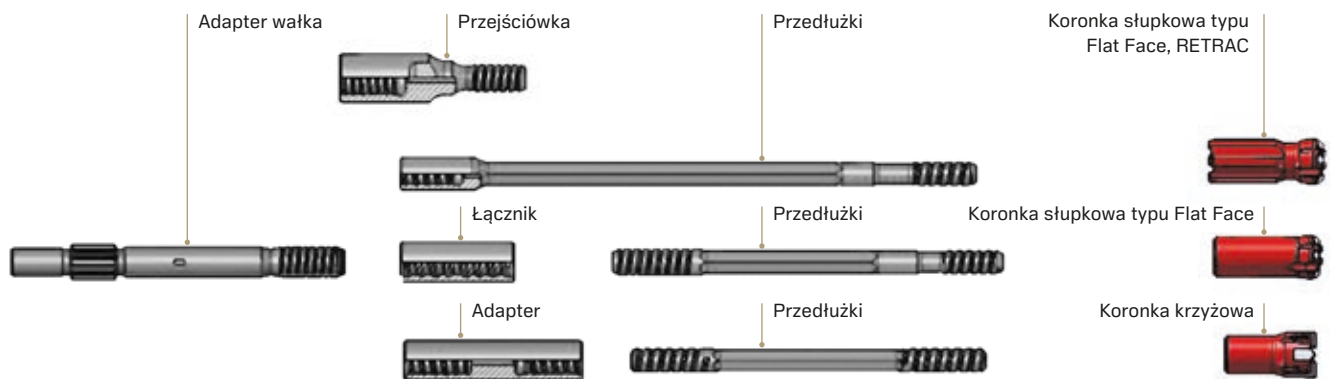
- Zwiększona ochrona przed korozją i trwałość
- Możliwość dopasowania geometrii
- Mała masa
- Wyrównanie kąta do 30°
- Indywidualne rozwiązanie
  - Gwintowane otwory do zamocowania czapki ochronnej
  - Wpusty na przewody iniekcyjne i odpowietrzające
  - Rury z tworzywa (PE) do ochrony antykorozyjnej



# Osprzęt do wiercenia

## Elementy systemu

- Shank adapter
- Łączniki
- Przejściówki
- Przedłużki
- Adaptery
- Koronki wiercnicze
  - Koronki typu Flat Face lub RETRAC



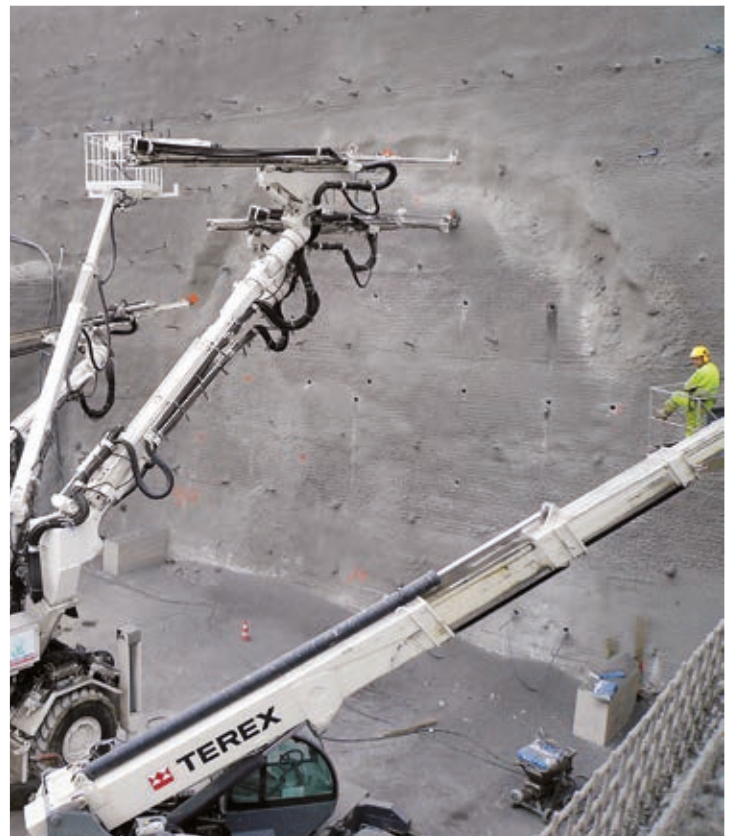
## Adaptery do koronek

- Połączenie żerdzi i koronki o różnych średnicach (gwintach)
- Duży asortyment koronek o wymiarach przekraczających standardowe wersje
- Kontrolowane przekazanie energii wiercenia z żerdzi na koronkę



## Klucze do żerdzi wiercniczych i klucze sprężające

- Wytrzymała konstrukcja
- Różne długości i rozmiary kluczy



## Złącze bagnetowe

Złącze bagnetowe jest to uszczelnione i łatwe do rozłączenia połączenie dwóch żerdzi używane do instalacji samowiercących. Składa się ono z dwóch części: adaptera oraz mufy. Złącze bagnetowe efektywnie przenosi energię uderzenia oraz moment z wiertnicy na żerdź. Określone sekcje żerdzi mogą być w prosty sposób usunięte po zakończeniu wiercenia.

- Uszczelnione złącze do instalacji mikropali
- Łatwe do rozłączenia
- Usunięcie określonych sekcji żerdzi
- Przeniesienie energii wiercenia prawie bez strat



## Dystansery

- Centralizacja żerdzi wewnątrz otworu
- Zwiększona dokładność kierunkowego montażu
- Zapewnienie optymalnej otuliny z zaczynu
- Dostępne dla żerdzi R32, R38, R51 i T76



# Osprzęt do iniekcji

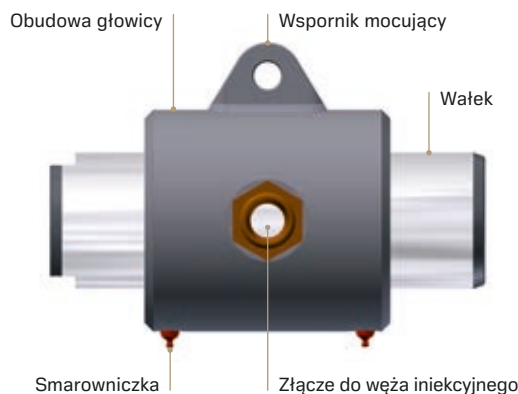
## Głowica płuczkowa

### Elementy systemu

- Obudowa głowicy
- Wałek z gwintem do połączenia żerdzi wałkiem na wiertnicy
- Zestaw uszczelnień
- Wspornik mocujący i gwintowane złącze do węży iniekcyjnego
- Smarownicza
- Wibroizolacja

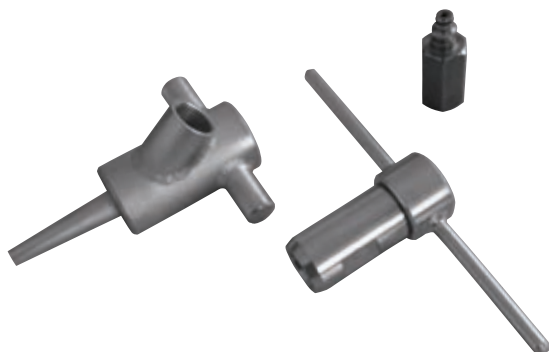
### Główne zalety

- Jednoczesne wiercenie i iniekcja zapewnia idealne związanie w luźnych gruntach lub skałach
- Głęboka penetracja iniektu w otaczający ośrodek gruntowy
- Poprawa właściwości gruntu i równomierne rozmieszczenie zaczynu cementowego



## Adapter iniekcyjny

- Różne wersje dla iniektów na bazie cementu lub żywicy
- Stożkowe adaptory wciskane lub złączki gwintowane
- Różne przyłącza przewodów iniekcyjnych dostępne na zamówienie



# Pompy mieszające DSI MAI®

## Wstęp

Pompy mieszające DSI MAI® zostały opracowane z myślą o ekstremalnie trudnych warunkach pracy. Są one z powodzeniem stosowane w tunelowaniu, górnictwie oraz inżynierii lądowej, na przykład przy stabilizacji skarp i zboczy, czy zabezpieczeniu wykopów.

DSI MAI® 400 NT jest najczęściej stosowaną pompą w inżynierii lądowej i budownictwie podziemnym. Inne typy pomp mieszających zostały przedstawione w poniższej tabeli i są dostępne na zamówienie.

## Główne zalety

- Wytrzymała konstrukcja i łatwa obsługa
- Niska masa własna
- Prosta obsługa i konserwacja dzięki modułowej budowie
- Krótki czas rozruchu i czyszczenia
- Wysoka wydajność przy stałym ciśnieniu
- Różne typy rozładunku
- Sprzęt uniwersalny
- Najwyższe bezpieczeństwo procesu
- Trwałe dzięki elementom ze stali nierdzewnej, ocynkowanej ramie oraz trwałym elementom z tworzywa sztucznego
- Łatwe czyszczenie
- Bieg wsteczny

## Zakres stosowania

Segment rynku	Materiały	Zastosowanie	DSI MAI® 440 GE	DSI MAI® 400 NT	DSI MAI® 400 EASY	DSI MAI® 400 HD	DSI MAI® 400 EX	DSI MAI® PICTOR
Masywne tunele, tamy, szyby	Cement, zaprawy kotwiące, mieszanki cement-piasek-popiół	Grunty i skały	XXX	XXX	X	XXX	–	–
		Wypełnianie pustek	XXX	XXX	X	XXX	–	–
		Żerdzie drążone	XXX	XXX	X	XXX	–	–
Górnictwo	Cement, zaprawy kotwiące, zaczyny	Żerdzie drążone	–	–	–	XXX	XXX	–
		Natrysk	–	–	–	–	XXX	–
Geotechnika	Cement, zaprawy geotermalne, zaczyny	Geotermia	XXX	XXX	X	XXX	–	–
		Obudowy studni	XXX	XXX	XX	XXX	–	–
		Opuszczone szyby, doły	XXX	XX	X	XX	–	–
Budownictwo kubaturowe	Cement, zaczyny, tynki	Wypełnianie szczelin – okna/drzwi	XXX	–	–	–	–	XX
		Prefabrykacja	XXX	–	–	–	–	XXX
Renowacje, naprawy	Cement, zaczyny, zaprawy ognioodporne, malarskie, tynki, stiuki	Natrysk	XXX	–	–	–	–	XXX
		Podkłady	–	–	–	–	–	XXX
		Hydroizolacje	–	–	–	–	–	XXX
		Zaprawy renowacyjne	XXX	–	–	–	–	X
		Powłoki wierzchnie i wykończenia	–	–	–	–	–	XXX

–: nieodpowiednia, X: ograniczona przydatność, XX: odpowiednia, XXX: bardzo odpowiednia.



## Elementy systemu DSI MAI® 400 NT

- Pompa
- Mieszalnik
- Silnik
- Siatka ochronna z otwieraczem worków

## Akcesoria

- Narzędzia
- Pompa wody
- Automatyczna kontrola polaryzacji
- Sprzęt do czyszczenia
- DSI MAI® 440 GE
  - Kompresor
  - Pistolety natryskowe i wypełniające
  - Pokrywa do zasilania z silosu
  - Pompa dozująca dodatki
- Czujniki ciśnienia
- Miernik ciśnienia iniekcji DSI MAI® LOG do zapisywania danych



## Specyfikacje

Wartość charakterystyczna/typ	DSI MAI® 400 EASY PLUS	DSI MAI® 400 NT	DSI MAI® 440 GE
Moc nominalna	4,0 kW	6,2 kW	10,0 kW
	5,4 hp	8,3 hp	13,4 hp
Motoreduktor	290 rpm	200 rpm	200 rpm
Wydajność	16 l/min	8-34 l/min	5-54 l/min
	4,2 gal/min	2,1-9,0 gal/min	1,3-14,3 gal/min
Ciśnienie robocze	25 bar	40 bar	40 bar
	360 psi	580 psi	580 psi
Długość	1.616 mm	1.755 mm	2.010 mm
	63,5 in	69,1 in	79,1 in
Szerokość	580 mm	570 mm	750 mm
	23 in	22 in	30 in
Wysokość	900 mm	960 mm	1.030 mm
	35 in	38 in	41 in
Wysokość napełnienia	900 mm	960 mm	1.030 mm
	35,4 in	38 in	41 in
Masa całkowita	136 kg	230 kg	360 kg
	300 lb	507 lb	794 lb

# Miernik ciśnienia iniekcji DSI MAI® LOG

## Wstęp

Rewolucyjny miernik ciśnienia iniekcji DSI MAI® LOG umożliwia pozyskanie dokładnej i przejrzystej dokumentacji procesu wzmocnienia gruntu oraz kontrolę charakterystycznych parametrów iniekcji.

Urządzenie to, przeznaczone do wymagających zadań na placu budowy, kontroluje i nadzoruje użycie pomp iniekcyjnych w tunelowaniu, górnictwie oraz budownictwie. Urządzenie mierzące natężenie przepływu oraz ciśnienie jest osobnym, uniwersalnym modułem, który może być podłączony bezpośrednio do pompy iniekcyjnej.



## Opis systemu

Wartości przepływu i ciśnienia iniekcji są zapisywane oddzielnie dla każdego otworu. Nieedytowalny, cyfrowy zapis danych jest obsługiwany za pomocą prostego i intuicyjnego terminala z ekranem dotykowym. Łatwa obsługa oraz zintegrowane oprogramowanie umożliwiające wprowadzenie danych do arkusza kalkulacyjnego będą korzyścią dla każdego placu budowy. Zbierane dane są pokazane w czasie rzeczywistym.

Dzięki oprogramowaniu DSI MAI® LOG wszystkie zarejestrowane dane można łatwo przenieść do laptopa lub PC w formie arkusza kalkulacyjnego. Następnie dane te widoczne są w postaci skonsolidowanego przeglądu z grafikami i tabelami.

## Główne zalety

- Wytrzymała konstrukcja i łatwa obsługa
- Rejestracja danych w czasie rzeczywistym: ciśnienie, przepływ i objętość iniektu
- Automatyczna analiza danych roboczych
- Transfer danych przez kartę pamięci lub USB
- Łatwy transfer danych do arkusza kalkulacyjnego
- Możliwy montaż na statywie – dla optymalnej obsługi na budowie
- Automatyczne wyłączenie w przypadku przekroczenia zdefiniowanych wartości ciśnienia i/lub objętości iniektu
- Kompatybilny z DSI MAI® 400 GE oraz 400 NT
- Operator może dokonywać korekt samodzielnie w zależności od zastosowanego materiału
- Możliwość konfiguracji jednostek:
  - Ciśnienie: 6/40 bar (90/580 psi)
  - Przepływ: 4/12 m<sup>3</sup>/h (140/425 ft<sup>3</sup>/h)

# Dokumenty odniesienia

- **EN 1461**  
Powłoki cynkowe nanoszone na żeliwo i stal metodą zanurzeniową – Wymagania i metody badań
  - **EN 12501-1**  
Ochrona materiałów metalowych przed korozją – Ryzyko wystąpienia korozji ziemnej – Część 1: Postanowienia ogólne
  - **EN 12501-2**  
Ochrona materiałów metalowych przed korozją – Ryzyko wystąpienia korozji ziemnej – Część 2: Materiały ze stali niskostopowych i niestopowych
  - **EN 13438**  
Farby i lakiery – Organiczne powłoki z farb proszkowych do ocynkowanych zanurzeniowo lub szardyzowanych wyrobów stalowych do celów konstrukcyjnych
  - **EN 14199**  
Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Mikropale
  - **EN 14490**  
Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Gwoździe gruntowe
  - **EN 15773**  
Przemysłowe nakładanie organicznych farb proszkowych na wyroby ze stali ocynkowanej zanurzeniowo lub szardyzowanej (systemy duplex) – Specyfikacje, zalecenia i wskazówki
  - **ASTM A153**  
Standard specification for zinc coating (hot-dip) on iron and steel hardware
  - **ASTM A-775**  
Standard specification for epoxy-coated steel reinforcing bars
  - **ASTM A-934**  
Standard specification for epoxy-coated prefabricated steel reinforcing bars
  - **ASTM D4435**  
Standard test method for rock bolt anchor pull test
  - **DIN 21521-2**  
Rock bolts for mining and tunnel support; general specifications for steel-bolts; tests, testing methods
  - **ISRM**  
Suggested methods for rock bolt testing
  - **FHWA-CFL/TD-10-001. 2010**  
Hollow bar soil nails – Pull-out test program
  - **Europejska Ocena Techniczna ETA-21/0869**  
DSI® Hollow Bar System self-drilling soil and rock nail R32-210 to R51-800 – jako samowierzące gwoździe gruntowe i skalne do zastosowań tymczasowych i stałych
- Budowa i wymiary elementów systemowych oraz podstawowe specyfikacje materiałowe zawarte są w broszurach i aprobatkach Sandvik Ground Support.



Wszystkie wymiary, wagi, ilości i specyfikacje odpowiadają wartościom aktualnym w momencie publikacji i mogą być okresowo zmieniane. Skontaktuj się z lokalnym przedstawicielem Sandvik Ground Support w celu ostatecznego potwierdzenia wszelkich kluczowych specyfikacji.