




## Ściany szczelinowe / barety

Głębokie posadowienie  
Obudowy głębokich wykopów



## Duże projekty infrastrukturalne, kubaturowe, głębokie wykopy

Ściany szczelinowe to betonowe lub żelbetowe konstrukcje wykonywane w podtrzymywanych przez gęstą zawieszinę otwartych szczelinach wykopywanych za pomocą chwytaków mechanicznych, hydraulicznych lub frezów. Ściany wykonywane są jako ciągłe konstrukcje oporowe lub jako baretę pracującą podobnie do pali. Mogą służyć do przenoszenia obciążeń pionowych i poziomych, a także do minimalizowania lub odcinania przepływu wody.

Na świecie (USA, Australia) wykonuje się ściany o grubości od 40 do 200 cm i głębokości sięgającej 150 m. W Polsce wykonujemy ściany o grubości od 40 do 150 cm i głębokości 40–50m.

Ściany szczelinowe są zazwyczaj stosowane jako fundamenty głębokie i/lub ściany oporowe głębokich wykopów lub jako bariera wodna w zaporach.

Wykonywane są za pomocą chwytaków linowych, chwytaków hydraulicznych lub frezów przymocowanych do maszyny drążącej. Chwytki wykorzystywane są w gruntach niespoistych i spoistych do głębokości około 40 m. Skały należy rozbić dłutem, a następnie wydobyć chwytkiem. Frezy stosuje się w gruntach niespoistych i skałach do głębokości około 40–150 m. Użycie frezów w niektórych gruntach spoistych może wymagać oczyszczenia lub ponownego wytworzenia zawiesziny bentonitowej.

Zawieszina bentonitowa lub polimerowa podtrzymuje ściany otwartych szczelin w czasie ich kopania i instalacji koszy zbrojeniowych, dopóki szczeliny nie zostaną wypełnione betonem.

Ściany szczelinowe mogą być wznoszone jako wspornikowe lub podparte/rozparte w jednym lub wielu poziomach za pomocą stropów, kotew lub rozpór stalowych.

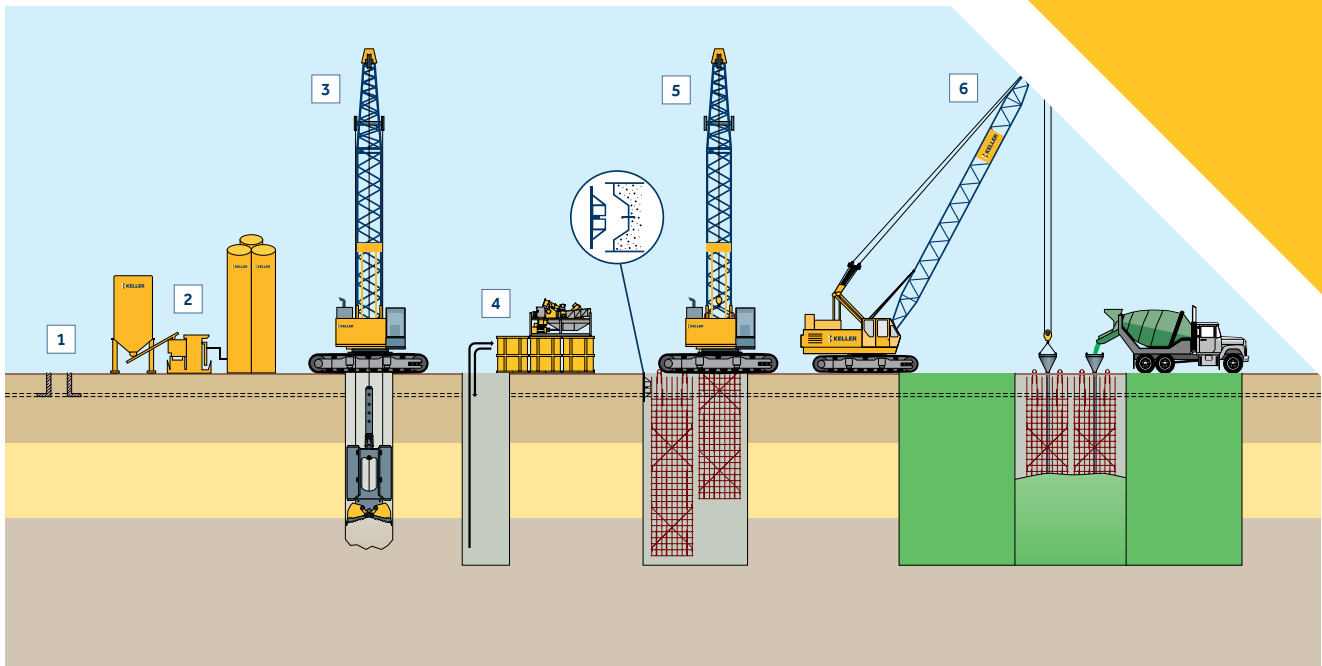




### Zalety ścian szczelinowych

- Można je wykonać w dowolnych gruntach
- Umiarkowany hałas, brak drgań podczas budowy (o ile nie jest używane dłuto)
- Ten sam element może być stosowany jako ściana oporowa, ściana odcinająca i głęboki fundament
- Możliwość budowy w pobliżu sąsiednich budynków
- Niewielkie oddziaływanie na środowisko
- Przenoszą bardzo duże obciążenia pionowe i poziome oraz momenty zginające
- Można stosować metodę podstropową w celu optymalizacji sekwencji prac w budownictwie śródmiejskim
- Wysoka wydajność i szybkie wykonanie





## 1 Budowa murków prowadzących

Murki prowadzące wykonuje się ze zbrojonego betonu, aby:

- Zapewnić właściwą lokalizację ścian szczelinowych w planie
- Zagwarantować łaściwy kierunek głębienia ścian
- Utworzyć stabilne krawędzie ścian otwartej szczeliny
- Ustabilizować platformę roboczą, umożliwiając obsługę ciężkiego sprzętu do ścian szczelinowych
- Przenosić obciążenia z koszy zbrojeniowych podczas ich instalacji
- Stanowiąc podporę dla rur kontraktorowych w czasie betonowania
- Przenosić obciążenia z elementów rozdzielczych

## 2 Przygotowanie zawiesziny

Otwarte szczeliny ścian szczelinowych należy ustabilizować podczas głębienia, instalacji koszy zbrojeniowych i betonowania. Stabilizację zapewnia zawieszina wlewana do szczeliny od rozpoczęcia głębienia do momentu zabetonowania. Jeśli szczeliny są wykonywane za pomocą frezów, zawieszina służy również do transportu sypkiego materiału z wykopu.

Jako ciecz stabilizującą można stosować zawieszinę bentonitową i polimerową. Zawieszina bentonitowa nadaje się zarówno do wykopów wykonywanych fre-

zem, jak i chwytkiem, natomiast zawieszinę polimerową można stosować wyłącznie do wykopów wykonywanych klasycznym chwytkiem. W obu przypadkach poziom zawiesziny w wykopie musi być stale utrzymywany powyżej poziomu wody gruntowej poza szczeliną, aby zapewnić nadciśnienie hydrostatyczne w szczelinie.

## 3 Głębienie sekcji ściany szczelinowej

Szczelinę głębi się sekcjami o długości do 9 m. Głębienie chwytkami odbywa się pionowymi zabiorami do pełnej głębokości szczeliny. Co 4 – 5 m sprawdza się pionowość głębienia kontrolując położenie i pionowość lin lub żerdzi narzędzia głębiącego. Kolejny zabiór wykonuje się w pewnej odległości od poprzedniego, a po jego zakończeniu wybiera grunt pozostały między nimi.

Wykop wykonywany chwytkiem podzielony jest na etapy. Chwytek musi wchodzić i wychodzić ze szczeliny w przybliżeniu co 50 cm, zwiększając głębokość wraz z zaawansowaniem wykopu. Frez może pracować w sposób ciągły, ponieważ spulchniony grunt jest transportowany ze szczeliny z cieczą stabilizującą w kierunku urządzenia do odpiaszczania. Zregenerowana zawieszina jest pompowana z powrotem do szczeliny. Frez nie musi przerywać wykopu, chyba że wymaga wymiany zębów z powodu zużycia lub zmiany struktury gruntu.

# Zastosowania

- Ściana oporowa głębokich wykopów
- Bariera dla przepływu wód gruntowych

## 4 Recykling / regeneracja zawiesziny bentonitowej

W czasie głębenia szczeliny do zawiesziny bentonitowej dostają się cząstki gruntu. Ze względów jakościowych zawieszinę należy wymienić lub wyczyścić/zregenerować przed montażem koszy zbrojeniowych i betonowaniem.

Zawieszina polimerowa może łączyć drobne i zawieszane cząsteczki w większe. Są one następnie usuwane z wykopu podczas głębenia szczeliny.

## 5 Montaż elementów rozdzielczych i koszy zbrojeniowych

Połączenia między sekcjami wymagają dodatkowych elementów w celu zapewnienia wodoszczelności ściany. Istnieje kilka systemów elementów rozdzielczych:

- Rury stopendowe na obu końcach sekcji zwiększają drogę filtracji. Instaluje się je przed montażem koszy zbrojeniowych, a po rozpoczęciu twardnienia betonu są poluzowywane i wyciągane.
- Elementy płaskie z gumowymi taśmami uszczelniającymi (tzw. stopsole) na obu końcach sekcji. Instalowane przed montażem koszy zbrojeniowych i demontowane w czasie głębenia sąsiedniej sekcji.
- Prefabrykowane elementy wyposażone w gumowe listwy uszczelniające na obu końcach sekcji. Instaluje się je przed koszami zbrojeniowymi i pozostają w ścianie po zabetonowaniu.

## Kosze zbrojeniowe:

- Zbrojenie pojedynczej sekcji składa się z jednego kosza zbrojeniowego dla sekcji o długości do 2,80 m lub większej liczby koszy dla dłuższych sekcji. Przestrzeń między prętami zbrojeniowymi musi być co najmniej trzykrotnie większa niż średnica największego ziarna kruszywa, aby zapewnić niezbędny przepływ betonu podczas betonowania
- W przypadku głębokich sekcji kosz zbrojeniowy może składać się z kilku z kilku krótszych elementów połączonych za pomocą spawów, łączników, zacisków lub drutu zgodnie z obowiązującymi normami i projektem
- Do koszy zbrojeniowych przymocowana jest odpowiednia liczba elementów dystansowych, aby zapewnić wymagane otulenie betonu
- W zależności od potrzeb, do koszy zbrojeniowych mogą być przymocowane: rury do sonicznych badań otworowych, rury do badań inklinometrycznych lub ekstensometrycznych itp.
- W razie potrzeby do koszy zbrojeniowych można przymocować łączniki, umożliwiając podłączenie innych elementów konstrukcyjnych na późniejszym etapie
- Kosze zbrojeniowe są ustawiane za pomocą dźwigów i zawieszane na murkach prowadzących przed betonowaniem.

## 6 Betonowanie sekcji

Sekcje są betonowane natychmiast po montażu koszy zbrojeniowych i odpiaszczeniu zawiesziny, za pomocą rur kontraktorowych zainstalowanych w szczelinie. Liczba rur zależy od liczby koszy – zazwyczaj jest to jedna rura na jeden kosz. Przed waniem betonu w rurze na powierzchni zawiesziny umieszcza się urządzenie do oddzielania betonu od zawiesziny. Betonowanie można rozpocząć, gdy na miejscu znajduje się wystarczająca liczba betonomieszarek, aby zapewnić wylanie betonu co

najmniej trzech metrów wysokości sekcji. Betonowanie odbywa się w procesie ciągłym. Wyparta zawieszina jest pompowana do miejsca składowania, gdzie jest regenerowana do dalszego wykorzystania. Podczas betonowania rura kontraktorowa powinna być zagłębiona w świeżym betonie.

Wierzch sekcji ściany szczelinowej po stwardnieniu betonu jest skuwany do poziomu projektowego.



Szczelina



Elementy rozdzielcze



Kosz zbrojeniowy



Betonowanie sekcji

# Przykładowe projekty

## Rozbudowa centrum targowego Strasburg, Francja

Jedno z najważniejszych centrów targowych i wystawowych we Francji znajduje się w pobliżu Parlamentu Europejskiego w Strasburgu. Firma Keller Polska otrzymała zlecenie zabezpieczenia głębokiego wykopu na potrzeby jego rozbudowy. Ze względu na uwarunkowania projektu (wysoki poziom wód gruntowych) zdecydowano się wykonać ściany szczelinowe jako docelową część konstrukcji obiektu.



## The Warsaw Hub Warszawa, Polska

Budowa sześciu podziemnych kondygnacji pod trzema 80-metrowymi wieżami znajdującymi się w centrum Warszawy. Zastosowano metodę kombinowaną (podstropową i rozporową) w oparciu o ściany szczelinowe grubości 100 cm i głębokości 32 metrów. Pod ścianami szczelinowymi został wykonany pionowy ekran przeciwnieprzepuszczalny w technologii jet grouting do głębokości 50 m poniżej poziomu terenu. Płytę fundamentową posadowiono na 190 baretach o długości do 38 m. Wszystkie prace optymalizacyjne i projektowe, w tym fundament płytowo-słupowy oraz analiza ścian szczelinowych metodą elementów skończonych w programie PLAXIS zostały wykonane przez Keller Polska.

### Keller Polska

Globalny zasięg, lokalny partner  
[www.keller.com.pl](http://www.keller.com.pl)

