**SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH**

**Przesłona przeciwfiltracyjna w technologii CDMM**

**SPECYFIKACJA TECHNICZNA**

# WSTĘP

## **Przedmiot ST**

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania, odbioru robót i badań kontrolnych związanych z wykonywaniem przesłon – przeciwfiltracyjnych w technologii CDMM – Continous Deep Mixing Method.

## **Zakres stosowania ST**

Przykładowa Specyfikacja Techniczna może służyć do opracowania Szczegółowej Specyfikacji Technicznej, która jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w p.1.1.

## **Zakres Robót objętych ST**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą wykonania robót wymienionych w p. 1.1., związanych z: wykonywaniem przesłony, przy zastosowaniu technologii CDMM. Wykonanie przesłony ma na celu stworzenie pionowej przegrody przeciwfiltracyjnej o projektowej szerokości, głębokości i założonym współczynniku filtracji.

## **Określenia podstawowe**

* + 1. **Przesłona przeciwfiltracyjna** - pionowa przegroda uformowana w podłożu metodą w głębnego mieszania materiału gruntowego i zawiesiny samotwardniejacej.
    2. **Urządzenie do ciągłego wgłębnego mieszania gruntu** - specjalistyczne urządzenie na podwoziu gąsienicowym, samojezdne, zaopatrzone w narzędzie sprzężone, skrawające, umożliwiające wykonanie przesłony przeciwfiltracyjnej.
    3. **Narzędzie robocze** – specjalistyczne mieszadło (miecz) zbudowane z sekcyjnie montowanych części (w zależności od wymaganej głębokości przesłony) uzbrojone w zestaw elementów skrawająco-mieszających, utrzymywanych w zadanej i stałej odległości od siebie za pomocą ogniw, przemieszczających się równolegle na bezkońcowym łańcuchu, umożliwiających wykonanie przesłony w postaci ciągłego panelu z mieszaniny rodzimego gruntu i zawiesiny powstałej z wody zarobowej zmieszanej z suchą mieszankcementowo-bentonitową.
    4. **Zaczyn wiążący (lub zaczyn bentonitowo - cementowy)** - zaczyn wytworzony na budowie w mieszalniku koloidalnym, wysokoobrotowym na bazie odpowiednio dobranych składników, którymi z reguły są: cement, bentonit i dodatkowe wypełniacze. Skład mieszanki musi być zgodny z zastosowaniem oraz odpowiednią Krajową Oceną Techniczną lub opracowaną recepturą, dopuszczającą zastosowanie mieszanki w połączeniu ze stosowaną technologią.

.

* + 1. **Cementogrunt** - materiał tworzący przegrodę ciągłą, powstały z wymieszania w warunkach in situ gruntu zalegającego w podłożu i zawiesiny cementowo-bentonitowej.

## **Ogólne wymagania dotyczące robót.**

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z dokumentacją projektową, SST i poleceniami przedstawiciela nadzoru robót ze strony Zamawiającego.

* + 1. **Dokumentacja techniczna**

Dokumentacja techniczna, na podstawie której wykonuje się przesłonę przeciwfiltracyjną powinna zawierać:

* plan urządzeń i instalacji podziemnych w miejscu budowy, dostępne informacje o istniejących fundamentach lub innych przeszkodach oraz, w razie potrzeby, wymagania dotyczące zabezpieczeń i sprawdzania w czasie robót rzeczywistego położenia urządzeń,
* dokumentację badań podłoża, podającą budowę geologiczną, parametry geotechniczne warstw gruntu, poziomy występowania i poziomy piezometryczne wód gruntowych, dane o przepuszczalności warstw oraz składzie chemicznym wód i agresywności środowiska,
* projekt wykonawczy przesłony ,
* na życzenie Zamawiającego Program Zapewnienia Jakości, wymagania BHP.

Dokumentacja technologiczna powinna być opracowana przez specjalistyczne przedsiębiorstwo wykonujące pionowe przesłony przeciwfiltracyjna albo przez nie uzgodniona.

* + 1. **Kierownictwo i nadzór robót**

W czasie robót należy zapewnić dozór techniczny ze strony Wykonawcy i nadzór ze strony zamawiającego. Niezbędna jest obecność odpowiedzialnego kierownika robót lub jego zastępcy. Przebieg robót powinien być bieżąco dokumentowany w dzienniku budowy.

* + 1. **Zgodność z dokumentacja**

Przesłonę pionową, wzmocnienie gruntu należy wykonać zgodnie z wymaganiami Dokumentacji Projektowej. W przypadku stwierdzenia niezgodności warunków geotechnicznych z podanymi w dokumentacji lub w przypadku innych nieprzewidzianych okoliczności, należy powiadomić projektanta oraz przeanalizować potrzebę odpowiednich zmian konstrukcji i sposobu wykonania robót.

* + 1. **Inne wymagania**

W kwestiach nie będących przedmiotem specyfikacji, należy przestrzegać wymagań dla robót ogólnobudowlanych oraz norm, przepisów BHP i innych dokumentów dla odpowiednich rodzajów robót.

# MATERIAŁY

* 1. **Wymagania ogólne dotyczące materiałów**

Materiałami wykorzystywanymi w technologii przesłon przeciwfiltracyjnych CDMM mogą być mieszanki posiadające odpowiednie dokumenty, dopuszczające te materiały do wykorzystania w budownictwie wodno-melioracyjnym, hydrotechnicznym i geotechnice.

**2.2. Woda zarobowa [technologiczna]**

Wodę zarobową do sporządzania mieszanek uszczelniających należy pobrać wprost z wodociągów, studni lub ze sprawdzonych źródeł. Woda zarobowa powinna odpowiadać wymaganiom normy PN -EN 1008:2004.Woda wodociągowa nie wymaga badań.

**2.3. Przesłona przeciwfiltracyjna**

2.3.1. Materiał przesłony przeciwfiltracyjnej stanowi mieszanina gruntu rodzimego oraz cementów, dodatków pucolanowych oraz wypełniaczy, zawierających ił bentonitowy.

Dopuszcza się powstanie tzw. cementogruntu, materiału powstałego podczas wykonywania wykopu po zmieszaniu in situ gruntu miejscowego z zaczynem wiążącym bentonitowo - cementowym z zastrzeżeniem gruntów organicznych znajdujących się w podłożu w proporcji większej niż 20%.

Materiał przesłony przeciwfiltracyjnej po wykonaniu (28 dni) musi posiadać następujące parametry:

- wytrzymałość charakterystyczną na ściskanie fck ≥ 0,3 MPa

- współczynnik wodoprzepuszczalności k ≤ 1\*10-7 m/s

2.3.2. Grubość przesłony przeciwfiltracyjnej musi spełniać następujące kryteria :

-powinna odpowiadać grubości przesłony określonej w projekcie,

- minimalna grubość przesłony b ≥ 35 cm (jeśli grubość przesłony nie została określona w projekcie)

1. **SPRZĘT**

**3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu**

Specjalistyczny sprzęt budowlany do wykonania przesłony przeciwfiltracyjnej powinien zapewnić wykonanie robót odpowiednio do warunków gruntowych i wymagań określonych w niniejszej SST oraz w Projekcie Wykonawczym. Wykonawca robót powinien wykazać się dysponowaniem odpowiednim urządzeniem oraz węzłem stacji mieszalniczej zgodnie z punktem 3.2 umożliwiającym wykonanie przesłony o żądanych parametrach oraz stacji pośrednich do pompowania zaczynu na dalsze odległości lub wykazać się dzierżawą

w/w sprzętu.

**3.2. Do wykonywania przesłony przeciwfiltracyjnej w technologii przewidzianej w niniejszej SST stosuje się specjalistyczny sprzęt budowlany, w którego skład wchodzą:**

- urządzenie do ciągłego mieszania gruntu (tzw. trencher) wraz z osprzętem na podwoziu gąsienicowym, samojezdnym zaopatrzone w narzędzie robocze, umożliwiające wykonanie pionowej przesłony przeciwfiltracyjnej o projektowanej głębokości i grubości,

- zbiorniki do magazynowania mieszanki uszczelniającej w stanie sproszkowanym (silosy). Zbiorniki, w których magazynuje się mieszankę uszczelniającą, powinny być szczelne i umożliwiające przechowywanie mieszanki w stanie suchym. Dodatkowo powinny być zabezpieczone w filtry, które ograniczają pylenie w trakcie pompowania mieszanki z cementowozów,

- przenośniki ślimakowe. Powinny w sposób monitorowany przez operatora umożliwić dostarczanie z silosów odpowiedniej ilości mieszanki uszczelniającej do mieszalników koloidalnych wysokoobrotowych ,

- mieszalnik koloidalny wysokoobrotowy. Powinien umożliwić bieżące i odpowiednio wydajne przygotowanie odpowiedniej ilości zaczynu wiążącego na terenie budowy bez konieczności wstrzymywania pracy urządzenia wykonującego wykop,

- pompy do transportu zaczynu wiążącego. Powinny umożliwić pompowanie w sposób ciągły a zarazem kontrolowany zaczyn o zadanych parametrach do dysz umieszczonych na końcu narzędzia roboczego,

- komputerowy system rejestrujący zamontowany na urządzeniu skrawającym. System musi umożliwić kontrolę procesu wykonania przesłony. Powinien rejestrować parametry takie jak: data i godzina rozpoczęcia pracy, data i godzina zakończenia pracy, głębokość pogrążenia sprzężonego narzędzia roboczego (głębokość przesłony), objętość zużytego zaczynu cementowo-bentonitowego, zakres wykonanej przesłony przeciwfiltracyjnej.

1. **TRANSPORT**

**4.1. Transport i przechowywanie materiałów**

Transport sprzętu powinien się odbywać zgodnie z zasadami ruchu określonymi w kodeksie ruchu oraz z zachowaniem przepisów BHP. Załadunek, transport, rozładunek i składowanie materiałów do wykonania przesłony pionowej powinny odbywać się tak, aby zachować ich dobry stan techniczny i powinno być zgodne z wytycznymi producenta.

1. **WYKONANIE ROBÓT**
   1. **Wymagania ogólne**

Wykonywanie przesłony przeciwfiltracyjnej objętej niniejszą SST może być prowadzone przez Wykonawcę posiadającego odpowiedni sprzęt do w/w robót jak również odpowiednie doświadczenie i przygotowanie do tego typu robót. Wykonawca ma możliwość do sporządzenia we własnym zakresie i na własny koszt Projektu Technologicznego i/lub Organizacji Robót oraz uzgodnienie ich z Inspektorem Nadzoru Inwestorskiego.

* 1. **Przygotowanie podłoża**

Przed wykonaniem przesłony należy przygotować, zniwelować platformę roboczą umożliwiającą bezpieczne prowadzenie robót. Szerokość platformy powinna zapewniać swobodny dostęp i przejazd urządzenia skrawająco-mieszającego podczas wykonywania przesłony przeciwfiltracyjnej. W razie potrzeby wjazdu/zjazdu na obwałowanie należy wykonać i po wykonaniu robót rozebrać, rampy robocze o minimalnej szerokości 3,5 m i maksymalnym nachyleniu 1 : 5.

5.3. Wyznaczanie osi przesłon

Tyczenie położenia przesłony rozpoczyna się od geodezyjnego wyznaczenia położenia jej osi lub wewnętrznej krawędzi. Linię tę należy oznaczyć w terenie w sposób umożliwiający odtworzenie jej położenia w każdej fazie robót. Od linii tej odmierza się inne potrzebne wymiary.

**5.4. Wykonanie przesłony**

Wykonanie obejmuje przygotowanie zaczynu w stacji mieszania, przepompowanie go ze stacji mieszania do specjalistycznego urządzenia skrawająco-mieszającego. Zaczyn powinien mieć odpowiednią gęstość objętościową (lub ekwiwalentnie stosunek W/C), którą optymalizuje na miejscu Wykonawca, zgodną z Krajową Oceną Techniczną lub recepturą stosowanego materiału. Przed rozpoczęciem pompowania operator stacji sprawdza gęstość każdej partii przygotowanego zaczynu za pomocą wagi lub areometru. Urządzenie wykonuje przesłonę wzdłuż geodezyjnie wyznaczonej osi, zgodnie z Dokumentacją Projektową. Narzędzie robocze pogrążane jest do zadanej, projektowanej głębokości przesłony, z jednoczesnym, ciągłym podawaniem zaczynu. Tempo przemieszczania skoordynowane jest z tempem pracy narzędzia skrawającego i uzależnione jest od rodzaju gruntu rodzimego. Bieżąca kontrola posuwów i prędkości umożliwia wpompowanie odpowiedniej ilości zaczynu. Całkowita ilość zużywanego zaczynu mierzona jest za pomocą przepływomierza i rejestrowana jest z wymaganymi parametrami przez komputerowy system rejestrujący. Narzędzie skrawające należy ustawić w geodezyjnie wyznaczonej osi przesłony, a następnie pogrążyć do zadanej, projektowanej głębokości, jednocześnie pompując zaczyn wiążący w sposób ciągły i przemieszczać się urządzeniem w osi w/w przesłony.

Ponieważ samotężejąca przesłona przeciwfiltracyjna jest materiałem wrażliwym na nadmierny punktowy nacisk lub boczne obciążenie, szczególnie w przypadku wystąpienia zginania w pasie wykonywanej przesłony przeciwfiltracyjnej, należy ograniczyć ruch ciężkiego sprzętu budowlanego, ewentualnie zachować bezpieczną odległość od wykonywanej przesłony. Okres dojrzewania przesłony wynosi 28 dni. W razie wystąpienia lokalnych uszkodzeń przesłony wynikłych z czynników niezależnych od Wykonawcy, należy ubytki odbudować poprzez dolanie z materiału użytego do wykonania przesłony lub zaczynu cementowego, zapewniając przy tym szczelne połączenie istniejącej i nowej części

Prace nie powinny być prowadzone przy temperaturze powietrza poniżej -5 C.

Parametry wykonanej przesłony przeciwfiltracyjnej mogą ulec znacznemu obniżeniu na skutek przemarzania (do głębokości przemarzania gruntu w przypadku przesłon nieodkopywanych lub na całej powierzchni odsłoniętej). Odsłonięte przesłony stanowiące obudowę wykopu są szczególnie wrażliwe na cykliczne procesy zamarzania i odmarzania.

**5.6. Przeszkody**

W przypadku natrafienia na niezainwentaryzowane przeszkody w gruncie, które w sposób obiektywny uniemożliwiają wykonanie przesłony przeciwfiltracyjnej o zakładanych parametrach może być wymagane zastosowanie zamiennej lub uzupełniającej technologii wykonania robót na odcinku występowania przeszkód. Odpowiednie decyzje we wprowadzeniu uzasadnionych zmian projektu przesłony oraz akceptacji zamiennej lub uzupełniającej technologii wykonania przesłony podejmuje Projektant przesłony przeciwfiltracyjnej w uzgodnieniu z Inspektorem Nadzoru Inwestorskiego.

**5.6. Pobieranie próbek i badanie**

Na Wykonawcy przesłony spoczywa obowiązek zapewnienia wykonania badań laboratoryjnych (przez własne laboratoria lub inne uprawnione) przewidzianych normą oraz gromadzenie, przechowywanie i okazywanie nadzorowi budowy ze strony Zamawiającego wszystkich wyników badań dotyczących, jakości zawiesiny i stosowanych materiałów.

1. **KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

**6.1. Postanowienia ogólne.**

Do odbioru Wykonawca zobowiązany jest przedstawić:

– dokumentację powykonawczą z naniesionymi liniami przesłony oraz ewentualnymi zmianami i uzupełnieniami dokonanymi w trakcie robót,

− – deklarację zgodności stosowanych materiałów,

− raporty dzienne wykonanej przesłony zawierające: data i godzina rozpoczęcia pracy, data i godzina zakończenia pracy, głębokość przesłony, objętość zużytego zaczynu cementowo-bentonitowego, zakres wykonanej przesłony przeciwfiltracyjnej,

− wyniki badań zawiesiny bentonitowo – cementowej.

**6.2. Program badań**

**6.2.1** **Badania przed rozpoczęciem budowy.**

– sprawdzenie przygotowania terenu;

– wykonanie przekopów kontrolnych w miejscach spodziewanych kolizji;

**6.2.2. Badania w czasie robót.**

− sprawdzenie jakości materiałów;

− sprawdzenie podłoża gruntowego;

− ciągłe monitorowanie parametrów iniekcji (ciśnienie, przepływ cieczy, prędkość przesuwu);

− wizualna kontrola wypływu urobku;

– badanie gęstości i lepkości zawiesiny minimum raz dziennie lub jeden raz na zmianę. Próbki powinny być pobierane niezależnie z mieszalnika i cementogruntu wykonywanej przesłony .

**6.2.3 Badania odbiorcze.**

– sprawdzenie zgodności wykonanych robót z projektem wykonawczym i technologicznym,

– określenie wytrzymałości i współczynnika filtracji przesłony należy wykonać na próbkach materiału pobranych ze świeżo wykonanej przesłony, uformowanych metodą "na mokro" w znormalizowanych pojemnikach 150x150x150mm (próbki sześcienne), próbkach walcowych lub bezpośrednio wyciętych po min. 28 dniach od wykonania (tzw. próbki rdzeniowe) z odsłoniętej przesłony po jej całkowitym związaniu. Liczba pobranych i zbadanych próbek formowanych powinna wynosić co najmniej 3 próbki, na każde 2000m2 powierzchni przesłony chyba że w projekcie określono inaczej. Próbki pobrane ze świeżego materiału pobranego podczas wykonywania przesłony należy przechować do czasu wykonania badania w warunkach zbliżonych do warunków dojrzewania przesłony. Badanie na ściskanie jednoosiowe należy wykonać w akredytowanym laboratorium badawczym.

– badanie współczynnika filtracji przesłony (wg Instrukcji ITB 339/2003 lub PN-55/B-04492) należy sprawdzić po 28 dniach na wyżej opisanych próbkach oraz zgodnie z innymi normami i przepisami w tym zakresie.

– kontrola ilości zużytej mieszanki w stosunku do objętości teoretycznej;

**6.3. Opis badań.**

* + 1. **Sprawdzenie przygotowania terenu**

Sprawdzenie przygotowania frontu robót i platformy roboczej należy przeprowadzić w porównaniu do wymagań określonych w dokumentacji projektowej. W przypadku dużego prawdopodobieństwa napotkania urządzeń lub instalacji podziemnych należy wykonać przekopy kontrolne i odsłonić przeszkody.

* + 1. **Sprawdzenie jakości materiałów**

Należy prowadzić na bieżąco kontrolę na zgodność z wymaganiami SST i projektu wykonawczego.

Badania w trakcie robót polegają na bieżącym sprawdzaniu:

- Należy sprawdzić dokumenty dostawy każdej partii;

- Wymiary przegrody w trakcie jej realizacji (głębokość, i ciągłość, a także ilość podawanej zawiesiny w czasie).

- Podstawowe parametry przygotowanej zawiesiny twardniejącej przed wykonaniem przegrody (co najmniej raz na zmianę roboczą), w tym:

- gęstość;

- parametry próbek zawiesiny pobranej z wykonywanej przegrody (co 2000 m2):

* Kontrolę gęstości zawiesiny przeprowadza się bezpośrednio w miejscu jego przygotowania, badając proporcje wagowe stosowanych składników i ich jakość.

* + 1. **Sprawdzenie zgodności z dokumentacją .**

Polega na porównaniu wykonanych robót z dokumentacją wykonawczą i ewentualnymi zmianami wprowadzonymi przez Projektanta i Inżyniera.

1. **OBMIAR ROBÓT**
   1. **Jednostka obmiarowa**

Jednostką obmiarową wykonanej przesłony przeciwfiltracyjnej jest m2 . Obliczeniową powierzchnię przesłony oblicza się na podstawie długości wykonanej przesłony w planie oraz jej głębokości.

1. **ODBIÓR ROBÓT**

Odbiorowi robót podlega wykonana przesłona przeciwfiltracyjna o ile spełnia wszystkie warunki przedstawione w niniejszej SST. Odbiór robót następuje na podstawie:

− raportów zbiorczych wykonanej przesłony,

− pozytywnych wyników badań kontrolnych przesłony, obejmujących sprawdzenie wytrzymałości na ściskanie i wodoprzepuszczalności oraz grubości i głębokości wykonania przesłony,

− deklaracji zgodności lub atestów na materiały,

− dokumentacji powykonawczej.

1. **PODSTAWA PŁATNOŚCI**

Ogólne zasady podano w dziale „Wymagania ogólne”. Podstawą płatności jest ilość w m2 wykonanej przesłony przeciwfiltracyjnej o określonych projektem parametrach wg ceny jednostkowej, która obejmuje:

− zapewnienie niezbędnych czynników produkcji z uwzględnieniem sposobu i miejsca ich dostawy;

− opracowanie technologiczne;

− oznakowanie robót;

− prace pomiarowe;

− prace przygotowawcze;

− montaż i demontaż stacji mieszania zaczynu bentonitowo-cementowego oraz pośrednich stacji pompowych;

− monitoring parametrów wykonawczych;

− wykonanie platform roboczych dla maszyny wykonującej przesłonę;

− wyznaczenie osi i punktów charakterystycznych przesłony ;

− przygotowanie zaczynu;

− wykonanie przesłony przeciwfiltracyjnej;

− wykonanie uciągleń przesłony w miejscach kolizyjnych (rurociągi, przewody itp.);

− oczyszczenie terenu robót;

− utylizację urobku technologicznego;

− przeprowadzenie pomiarów i badań kontrolnych niezbędnych do pozytywnego odbioru robót;

− wykonanie i dostarczenie operatu powykonawczego, wyników badań.

1. **PRZEPISY ZWIĄZANE**

PN-EN 14679\_2005 Wgłębne mieszanie gruntu

PN-EN 12715 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Iniekcja

PN-EN 1997-2 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

PN-EN 1008:2004 Woda zarobowa do betonu - Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu.

PN-EN 12390-3:2011 Badania betonu - Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badania

PN-85/G-02320 Wiertnictwo - Cementy i zaczyny cementowe do cementowania w otworach wiertniczych