



TECHNOLOGIA ŚCIAN FIBROGRUNTOBETONOWYCH DO REALIZACJI SZCZELNYCH OBUDÓW WYKOPÓW

**PROGRAM OPERACYJNY
INTELIŻENTNY ROZWÓJ
NA LATA 2014 – 2020**

Działanie 4.1
„Badania naukowe i prace rozwojowe”

Poddziałanie 4.1.4 „Projekty aplikacyjne”
POIR.04.01.04-00-0057/15-00

**TECHNOLOGIA ŚCIAN
FIBROGRUNTOBETONOWYCH
DO REALIZACJI SZCZELNYCH
OBUDÓW WYKOPÓW FGB**

**Termin
realizacji:**

2016-2018

**Dofinansowanie
projektu z UE**

4 619 274,36 PLN

Beneficjenci projektu:

soley

Soley Sp. z o.o
ul. Przemysłowa 33
32-083 Balice



Politechnika Krakowska
im. Tadeusza Kościuszki
ul. Warszawska 24
31-155 Kraków



Instytut Badawczy
Dróg i Mostów
ul. Instytutowa 1
03-302 Warszawa

METALKOS
ŚLUSARSTWO MASZYN

Mirosław Kos
„Ślusarstwo”
ul. Karpacka 32
43-353 Porąbka



Cel projektu:

Opracowanie rozwiązania materiałowo-technologicznego pozwalającego na zwiększenie funkcjonalności konstrukcji geoinżynierskich

Opis projektu:

Opis projektu: Prace geoinżynierskie należą do najtrudniejszych w całym procesie budowlanym. Wymagają one ogromnego doświadczenia zarówno projektowego jak i wykonawczego. Prace te często wiążą się z potrzebą wywozu gruntu, wprowadzaniem niekorzystnych drgań, naruszeniem stanu gruntu rodzimego, co jest uciążliwe dla otaczającego środowiska. Jednym ze sposobów modyfikacji właściwości gruntu, częściowo eliminującym wspomniane negatywne oddziaływania, jest wprowadzanie do niego zaczynu cementowego. Dzięki takiemu zabiegowi powstaje kompozyt zwany gruntobetonem, z którego wykonywane są między innymi palisady z kolumn DSM. Zasadniczym celem projektu jest opracowanie rozwiązania materiałowo-technologicznego pozwalającego na zwiększenie funkcjonalności konstrukcji geoinżynierskich wykonanych z gruntobetonu. Innowacyjny materiał i technologia przyczynią się do nowego spojrzenia na spektrum zastosowań tego typu konstrukcji. Jednym z celów projektu jest do-

kładne rozpoznanie właściwości mechanicznych i technologicznych gruntobetonów wytwarzanych na bazie nowoczesnych spoiw mineralnych. Zasadniczą jednak innowacyjną modyfikacją materiałową będzie wprowadzenie do mineralnej matrycy gruntobetonowej zbrojenia rozproszonego w postaci syntetycznych włókien pochodzących z materiałów odpadowych. Projekt swym zakresem obejmować będzie obszerny program badań przemysłowych, dających pełne rozpoznanie co do jakościowego i ilościowego wpływu zmiennych czynników materiałowych na właściwości kompozytów oraz dostosowanie istniejących zasobów technicznych do pracy z zaczynem cementowym zawierającym zbrojenie rozproszone. Planowane działania obejmują badania przemysłowe realizowane w skali laboratoryjnej i pół-technicznej. Ostatnim etapem projektu będą prace rozwojowe polegające na wykonaniu obudów wykopów z fibrogruntocementu w rzeczywistych warunkach gruntowych.



PARTNERZY PROJEKTU

LIDER PROJEKTU



Zespół SOLEY realizujący projekt:

**Robert Sottysik,
Norbert Madetko,
Zbigniew Barczak**

Firma SOLEY Sp z o.o. wykonuje specjalistyczne prace budowlane, począwszy od prac podwodnych, iniekcyjnych na szerokim zakresie prac geotechnicznych (mikropale, kotwy i gwoździe gruntowe, pale jet-grouting, pale przemieszczeniowe FDP/CMC, kolumny DSM, pale CFA, przesłony CDDM) skończywszy. Działając na terenie południowej Polski, która zdominowana jest przez obszary fliszu karpackiego, firma SOLEY Sp z o.o. opatentowała i wdrożyła technologię pali DFF (Designed for Flysch).

Firma SOLEY Sp z o.o. stosuje skuteczne kombinacje prac podwodnych, hydrotechnicznych i geotechnicznych. Jedną w ważniejszych realizacji firmy była budowa ujęcia wieżowego na zbiorniku wodnym w Tresnej, która zdobyła zaszczytne II miejsce w konkursie „Budowa Roku 2010”.

W 2013 roku firma Soley Sp z o.o. poszerzyła swoją ofertę o technologię wykonywania pionowych przesłon przeciwfiltracyjnych wykonywanych metodą głębokiego mieszania gruntu. Przesłony wykonywane są trencherem na głębokość do 13 metrów.

Firma z dużym doświadczeniem w zakresie prac B+R realizująca projekty w ramach POIR 2014-2020, Działanie 1.1 „Projekty B+R przedsiębiorstw”, Poddziałanie 1.1.1 „Badania przemysłowe i prace rozwojowe realizowane przez przedsiębiorstwa”: Innowacyjna technologia THBK wykonywania proekologicznych poziomych barier izolacyjnych w warstwach wodonośnych.

Projekt w ramach POIR 2014-2020 Działanie 4.1 „Badania naukowe i prace rozwojowe”, Poddziałanie 4.1.4 „Projekty aplikacyjne”: Technologia ścian fibrogruntobetonowych do realizacji szczelnych obudów wykopów.

Firma posiada wdrożony w 2005 roku System Zarządzania BHP zgodnie z normą PN-N-18001:2004 (obecnie OHSAS 18001:2007).

Opracowano na podstawie: www.soley.com.pl

PARTNER 4



Zespół realizujący projekt:

**Mirostław Kos,
Bogdan Gibas**

Firma Mirostław Kos „Ślusarstwo” powstała w 1990 roku. Posiada wieloletnie doświadczenie w modernizacji, regeneracji i budowie od podstaw narzędzi wiertniczych i jednostkowych specjalistycznych urządzeń prototypowych.

Opracowano na podstawie: www.metalkos.pl

PARTNER 2



**Politechnika Krakowska
im. Tadeusza Kościuszki**

Zespół PK realizujący projekt:

**Tomasz Tracz,
Tomasz Zdeb,
Jacek Śliwiński,
Stanisław Kańka,
Izabela Hager,
Teresa Stryszewska,
Krystian Brasse.**

Politechnika Krakowska im Tadeusza Kościuszki jest akademicką uczelnią publiczną, funkcjonującą w oparciu o zapisy ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym z dnia 27 lipca 2005 r. (Dziennik Ustaw Nr 164, poz. 1365 z późniejszymi zmianami) oraz Statut Politechniki Krakowskiej.

Współpraca naukowo-badawcza z otoczeniem gospodarczym ma priorytetowe znaczenie dla Wydziału Inżynierii Lądowej pozwalając na pozyskiwanie informacji na temat problemów praktycznych pojawiających się w nowoczesnym budownictwie, transporcie i gospodarce przestrzennej. Dzięki tej współpracy interesariusze zewnętrzni, skupieni m.in. w Radzie Przedsiębiorców mają istotny wpływ na koncepcję kształcenia.

Projekt realizowany jest przez Zespół Instytutu Materiałów i Konstrukcji Budowlanych Wydziału Inżynierii Lądowej, który dzięki bogatemu zapleczu naukowo badawczemu jest cenionym partnerem we współpracy z przedsiębiorstwami. Oferta Instytutu obejmuje usługi eksperckie z zakresu budownictwa prowadzone między innymi w akredytowanym laboratorium badawczym materiałów i konstrukcji budowlanych

Opracowano na podstawie: www.pk.edu.pl

PARTNER 3



**Instytut
Badawczy
Dróg i Mostów**

Zespół IBDiM realizujący projekt:

**Piotr Rychlewski,
Bolesław Kłosiński,
Krzysztof
Grzegorzewicz**

Instytut Badawczy Dróg i Mostów jest wiodącą polską placówką naukową zajmującą się problematyką infrastruktury komunikacyjnej. Swymi pracami naukowymi, wdrożeniowymi, ekspertyzami i konsultacjami wspiera inwestycje, modernizacje oraz remonty dróg i mostów, pomagając wprowadzać racjonalne systemy zarządzania siecią drogową. IBDiM tworzy i wdraża nowoczesne rozwiązania materiałowe i technologiczne w budownictwie drogowym i mostowym. Dysponując akredytowanymi laboratoriami badawczymi i zajmuje się certyfikowaniem wyrobów stosowanych w budownictwie komunikacyjnym.

IBDiM prowadzi bardzo aktywną współpracę z ośrodkami krajowymi i zagranicznymi oraz działa w wielu organizacjach międzynarodowych. Uczestniczymy w międzynarodowych projektach badawczych V, VI i VII Programu Ramowego, projektach własnych FEHRL, programach EUREKA i COST. W ramach programu Horyzont 2020 Instytut jest zaangażowany w następujące projekty: Senskin, Benefit, FOX, USE-IT. IBDiM uczestniczy także w projekcie DeTECToR, finansowanym w ramach programu badawczego CEDR (Europejskiej Konferencji Dyrektorów ds. Dróg).

Instytut Badawczy Dróg i Mostów jest stowarzyszony w Forum Europejskich Instytutów Badawczych Drogownictwa FEHRL, zrzeszającym czołowe instytuty europejskie zajmujące się zagadnieniami dróg i mostów oraz FERSI – Forum Europejskich Instytutów Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego.

Opracowano na podstawie: www.ibdim.edu.pl

TECHNOLOGIA

Wgłębne mieszanie in situ gruntu na mokro jest metodą dobrze znaną i często stosowaną w naszym kraju, dominują tutaj dwie technologie DSM (Deep Soil Mixing) oraz CDMM (Continuous Deep Mixing Method).

W związku z dużymi inwestycjami związanymi z infrastrukturą hydrotechniczną min. wykonywanie przesłon przeciwfiltracyjnych na obiektach liniowych – wałach przeciwpowodziowych coraz częściej stosuje się metodę CDMM - Continuous Deep Mixing Method.

Metoda CDMM szeroko stosowana w Europie zachodniej głównie w Holandii oraz Belgii, posiada znaczną przewagę nad DSM w dwóch kluczowych aspektach wykonywania przesłon przeciwfiltracyjnych:

- zapewnia w 100% pewność ciągłości wykonywanej przesłony, poprzez wyeliminowanie, typowych dla innych metod połączeń technologicznych (w przypadku kolumn DSM takie połączenie powtarza się co ok. 50 cm)
- ogranicza zużycie materiału (zawiesiny cementowej lub cementowo-bentonitowej), przez eliminację zbędnych nie wpływających, na dodatkową szczelność, nadwyżek szerokości kolumny, wynikających z kołowego obrysu mieszadła. W przypadku CDMM powstaje ścianka o dokładnie zaprojektowanej szerokości.

Metoda ta znajduje zastosowanie w wielu dziedzinach budownictwa m.in. przy wykonywaniu przesłon przeciwfiltracyjnych stosując zawiesinę cementowo-bentonitową zapewniającą wysokie parametry przeciwfiltracyjne.

Tego typu przesłony zabezpieczają przed napływem wód gruntowych w głębokich wykopach. Wykorzystywane są często w wielu obiektach budownictwa wodnego oraz do zabezpieczenia np. wysypisk śmieci.

Technologia TRENCH MIXING

oparta jest na koncepcji poprawienia właściwości gruntu, w tym głównie zmniejszenia współczynnika filtracji oraz zwiększenia wytrzymałości gruntów zalegających w podłożu przez ich wymieszanie z materiałami wiążącymi, które reagują z gruntem i wodą gruntową. Za wymagane wzmocnienie gruntu rodzimego i jego uszczelnienie odpowiada zarówno odpowiednia ilość i rodzaj cementu jak również dodatku, takiego jak np. bentonit czy mączka skalna.





ZASTOSOWANIE TECHNOLOGII TRENCH MIXING

Metodę TRENCH MIXING z powodzeniem wykorzystać można, również w budownictwie kubaturowym i drogownictwie poprzez:


- wykonanie wzmocnień pod nasypami drogowymi, autostradowymi oraz kolejowymi,
- posadowienie obiektów budownictwa inżynierskich oraz obiektów handlowych i przemysłowych na rusztach fundamentowych.

Przy tego rodzaju realizacjach wykorzystuje się zawieszinę cementową zapewniającą wysokie parametry wytrzymałościowe. A znaczącą przewagą nad technologiami wykorzystującymi palownice jest to, że urządzenie robocze jest na stałe umieszczone poniżej gruntu. Otwiera to możliwości realizacji wzmocnienia gruntu na bardzo niestabilnych nasypach, gdzie palownica z wysoko umieszczonym środkiem ciężkości mogłaby naruszyć strukturę gruntu oraz w przestrzeniach, gdzie wysokość maszyny ograniczona jest do 3m, wykonać można np. ciągłą przesłonę lub wzmocnienie pod wiaduktami, suwnicami lub liniami energetycznymi.


**Zastosowanie
tej technologii jest
bardzo korzystne
w gruntach słabonośnych
zarówno spoistych
jak i niespoistych,
szczególnie tam,
gdzie występują grunty
pylaste i piaszczyste**

OPIS TECHNOLOGII

Poszczególne etapy wykorzystania TRENCH MIXING przedstawiają się następująco:

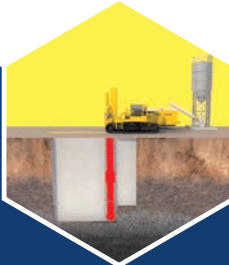


Ustawienie maszyny w osi przesłony



Rozpoczęcie urabiania gruntu

Odbywa się poprzez wprowadzenie w podłoże miecza o specjalnej konstrukcji, z obracającym się łańcuchem z nożami urabiającymi. Noże zmieniają strukturę gruntu oraz mieszają go z wprowadzoną zawiesiną, np. zaczynem cementowym.



Mieszanie gruntu z zaczynem cementowym

W czasie gdy grunt miesza się z zawiesiną urządzenie, z odpowiednio dobraną prędkością, przemieszcza się, zapewniając ciągłość wykonywanej przesłony.

Wykonanie ciągłej przesłony

prace realizowane są w sposób ciągły co pozwala na uzyskanie ciągłej przesłony bez wstrząsów i wibracji towarzyszącym innym podobnym technologiom.

Kontrola jakości robót w czasie ich wykonywania polega na bieżącym monitoringu parametrów produkcyjnych, takich jak: głębokość przesłony, przebieg procesu mieszania (liczba cykli na 1 mb przejazdu), prędkość obrotowa łańcucha, prędkość przejazdu maszyny, ilość pompowanego zaczynu cementowego. Po wykonaniu przesłony, możemy uzyskać wydruk w postaci metryki ze wszystkimi niezbędnymi parametrami.





Obecnie firma SOLEY wykonuje przesłony przeciwfiltracyjne na głębokość do 15 m, jednak w najbliższym czasie, dzięki modyfikacji sprzętu, docelowo możliwa będzie realizacja przesłon do 20 m.

KORZYŚCI STOSOWANIA METODY CDMM

- Technologia CDMM jest przyjazna dla środowiska ze względu na stosowanie nieszkodliwych materiałów oraz wyróżnia się niewielkimi ilościami wywożonego urobku.
- Metoda ta jest również bezwibracyjna i praktycznie wolna od hałasu, co daje możliwość prowadzenia prac w bezpośrednim sąsiedztwie istniejących obiektów budowlanych.
- W zależności od stosowanego składu kompozytu fibrogruntocementowego można uzyskać znaczące wzmocnienie gruntu.

Opracowane przez zespół innowacje dotyczące wzmocnienia gruntobetonu, stały się przedmiotem zgłoszeń patentowych dotyczących wzmocnionego gruntobetonu.

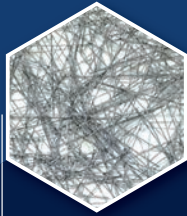
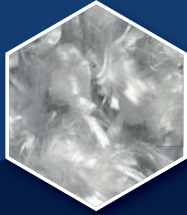


INNOWACJA

Projekt swym zakresem obejmuje obszerny program badań przemysłowych, dających pełne rozpoznanie co do jakościowego i ilościowego wpływu zmiennych czynników materiałowych na właściwości kompozytów oraz dostosowanie istniejących zasobów technicznych do pracy z zaczynem cementowym zawierającym zbrojenie rozproszone.

Przedmiotem innowacji w projekcie FGB było opracowanie kompozytu gruntobetonowego, modyfikującego właściwości gruntu i znajdującego zastosowanie w realizacji ścian dla szczelnych obudów wykopów, przegród przeciwnie filtracyjnych oraz palisad i kolumn wykonywanych metodą głębokiej stabilizacji polegającej na głębokim mieszaniu gruntu (DSM - deep soil mixing) z zaczynem cementowym. Dla poprawy parametrów gruntobetonu zastosowano zbrojenie rozproszonego w postaci włókien odpornych na oddziaływanie wody środowiskowej i nieulegających korozji w jej obecności. Zakres badań obejmował ocenę wpływu włókien zróżnicowany pod względem zarówno bazy surowcowej jak i geometrii przekroju, długości oraz ilości ich stosowania w kg na m³.

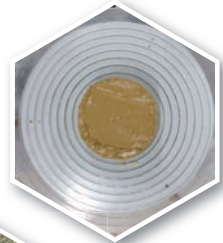
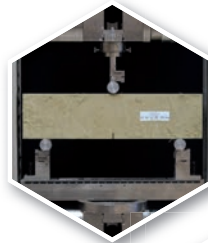




Celem badań przemysłowych było wyznaczenie optymalnych składów gruntobetonów dostosowanych do wybranych rodzajów wzmocnianych gruntów oraz oczekiwanych właściwości stwardniałych kompozytów. Dla zapewnienia wysokich parametrów wytrzymałościowych a zwłaszcza wytrzymałości na rozciąganie w składzie kompozytów stosuje się zbrojenie rozproszone w postaci włókien syntetycznych, a otrzymane kompozyty nazwano fibrogruntobetonami FGB. Gruntobeton wzmocniony włóknami przenosi znacząco wyższe naprężenia powodując, iż zniszczenie podczas zginania ma charakter pseudo-plastyczny. Zastosowane włókna pozwalają na dalszą pracę elementu w stanie pokrytycznym nawet przy rozwarciu rysy wynoszącej 10 mm.

W zaproponowanych rozwiązaniach ilość włókien i ich geometria zostały dostosowane do mieszania metodą DSM (Deep Soil Mixing) oraz CDMM (Continuous Deep Mixing Method).

Metody te wraz z opracowanymi składami fibrogruntobetonów zapewniają uzyskanie homogenicznych mieszanin o odpowiednich właściwościach reologicznych. Zatem stwardniałe kompozyty cechują się jednorodnymi właściwościami w całej objętości elementu.





Soley Sp. z o.o
ul. Przemysłowa 33
32-083 Balice

Miejsce na notatki

