





#### ■ BARBARA DZIENDZIEL-MYGA

Przedsiębiorstwo Inżynieryjne „IMB Podbeskidzie”

Absolwentka Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Zawodowo pracuje jako projektant mostowy i geotechnik. Członek PIIB, ŚIOIIB oraz Międzynarodowego Stowarzyszenia Mechaniki Gruntów i Inżynierii Geotechnicznej. Posiada certyfikat Polskiego Komitetu Geotechniki.

#### ■ TOMASZ ZAPAŁA

Przedsiębiorstwo Inżynieryjne „IMB Podbeskidzie”

Absolwent Politechniki Krakowskiej. Od 17 lat kierownik robót mostowych w Przedsiębiorstwie Inżynieryjnym IMB Podbeskidzie Sp. z o.o. Laureat nagrody Pontifex Cracoviensis im. Sebastiana Sierakowskiego z 2015 roku.

#### ■ AGATA ROGOWSKA

Przedsiębiorstwo Inżynieryjne „IMB Podbeskidzie”

Absolwentka Politechniki Wrocławskiej. Od wielu lat architektka, a od niedawna również pracowniczka Przedsiębiorstwa Inżynieryjnego IMB Podbeskidzie sp. z o.o. w dziale ofertowania. Laureatka konkursu Brick Award z 2013 roku.

## Z TEKSTU DOWIESZ SIĘ:

- ☑ **jaki był zakres II etapu przebudowy ul. Igołomskiej,**
- ☑ **co wykazała analiza warunków geotechnicznych obszaru inwestycji,**
- ☑ **dłaczego zdecydowano się zastosować autorską technologię o nazwie S-IMB.**



**FOT. 1. |** Ukończony obiekt WD-05.  
Fot. Mateusz Frączek

sów w dokumentacji projektowej wytrzymałość na jednoosiowe ścislenie po 28 dniach cementogruntu w kolumnie powinna być wynosić 1,5 MPa. Wystarczająco zatem, żeby posadzić na nim tej wielkości obiekt. Bardzo szybko jednak stało się jasne, że obiekt WD-05 oraz w ogóle grunty pod inwestycją przysporzą zespołowi znacznie więcej problemów niż zakładano na wstępie.

Podczas standardowego wykonywania sond potwierdzających wyniki geologiczne okazało się, że warunki gruntowe na terenie inwestycji uległy znacznemu pogorszeniu. Sprawdzające sondowanie CPT-u wykonane w rejonie obiektu WD-05 wykazało, iż w podłożu gruntowym do głębokości 9,0 m zalegają grunty głównie spoiste (gliny, gliny pylaste) w stanie plastycznym i miękkoplastycznym nawodnione. Na głębokości ok. 7,0–9,0 m zalegał pakiet gruntów organicznych, które były „najszabszą” warstwą w podłożu. Istniało niebezpieczeństwo, że

podczas pogłębiania wykopów mogłoby wystąpić zjawisko „odprężania” podłoża, co dla tego typu gruntów charakteryzowałoby się znacznym pogorszeniem parametrów mechanicznych i odkształceniowych warstw gruntowych. Wykonywanie kolumn DSM w gruntach organicznych i miękkoplastycznych niesie za sobą szereg trudności wykonawczych. Warstwy glin w stanie miękkoplastycznym, silnie nawodnione, przyklejają się do mieszadeł uniemożliwiając jednorodne wymieszanie gruntu z cementem w kolumnie DSM. Dodatkowo napór nawodnionych gruntów w stanie miękkoplastycznym powoduje zaciśnięcie wykonanej kolumny DSM, już po usunięciu z otworu wiertła z mieszadłem, powodując brak możliwości zachowania projektowanej średnicy kolumny. Grunty miękkoplastyczne nie mają właściwości wspierających formowaną kolumnę DSM, co powoduje brak jej stateczności pionowej. W przypadku obiektu WD-05 grunty zalegające w poziomie posadowienia charakteryzowały się również wyjątkowo wysoką tiksotropią. Gdyby nawet jednak udało się wykonać kolumny DSM, przeciętne wytrzymałości charakterystyczne cementogruntu kolumn uzyskiwane w tego typu gruntach wynoszą około 0,5 [MPa], czyli dużo mniej niż zakładała dokumentacja wyjściowa.

W związku z powyższym zlecono wykonanie pełnej analizy warunków geotechnicznych całego obszaru inwestycji na dzień prowadzenia budowy. Analizę przeprowadził zespół pod kierunkiem prof. dr. hab. Inż. Bogumiła Wrana. Stwierdzono, że stan gruntów w wy-

ku wahań zwierciadła wody gruntowej uległ między rokiem 2010 (gdy wykonywano pierwotną analizę) a 2017 (gdy rozpoczęto prace budowlane) niekorzystnym zmianom i mogłoby źle wpłynąć na budowę drogi oraz niektórych obiektów. Nowe dane wykazały, że warunki gruntowe w okolicach obiektu mostowego WD-05 były bardzo niekorzystne. W podłożu zalegały grunty wykazujące bardzo dużą odkształcalność i niskie parametry wytrzymałościowe. W poziomie posadowienia drogi oraz obiektu mostowego WD-05 występowały bardzo słabe warstwy gruntów organicznych o znacznej miąższości. Również z punktu widzenia hydrogeologicznego omawiany obszar prezentował się negatywnie. Najbardziej istotnym problemem była występująca w podłożu woda gruntowa o zwierciadle silnie napiętym. Jak wskazywały badania i analiza, napór hydrauliczny w rejonie obiektu WD-05 wynosił 6,70 m. Przy tak dużej wartości naporu hydraulicznego i zalegających w dnie wykopów gruntów półprzepuszczalnych pylastych i organicznych należało liczyć z powstaniem przebicia hydraulicznego i brakiem zapewnienia stateczności dna wykopów. Analiza zwracała również uwagę na makroporowatość zalegających pyłów i glin pylastych ze względu na ich pochodzenie eoliczne (lessy), co zapewne mogło skutkować ich zapadawością. Makroporowatość mogła również powodować znaczne i nieprzewidywalne osiadanie pod wpływem zmian wilgotnościowych i wahań zwierciadła wód gruntowych. Z badań wynikało zatem, że teren jest bardzo wrażliwy





**FOT. 2.** | Zdjęcie obrazujące słabe grunty pylaste, brak stateczności skarp, fotografia wykonana po ukończeniu budowy obiektu. Fot. z archiwum firmy



**FOT. 3.** | Postęp prac przy wykonywaniu ścian szczelinowych S-IMB dla obiektu WD-05. Fot. z archiwum firmy

na niewielkie zmiany wilgotności, co mogłoby generować wahania osiadań podłoża gruntowego drogi w efekcie nieuniknionych okresowych zmian warunków hydrogeologicznych i zmian wilgotności. Inną cechą lessowych pyłów i glin pylastych zalegających w podłożu była ich wrażliwość na sufozję, która jest przyczyną „wymywania” przewarstwień bardziej wrażliwych pyłów i związanych z tym zmian strukturalnych podłoża. Ze względu na duże miąższości warstw tego typu w podłożu gruntowym, należało uwzględnić reakcje tam zachodzące.

Wnioski analizy zalecały wzmocnienie gruntów na całej długości inwestycji, jak również przeprojektowanie posadowienia obiektu WD-05 wraz z zabezpieczeniem skarp w taki sposób, aby uzyskać odpowiedni współczynnik stateczności. Grunty u podnóża skarp sklasyfikowano jako spoiste słabonośne oraz organiczne, stanowiące potencjalną płaszczyznę poślizgu dla skarp. Istniało poważne ryzyko utraty ich stateczności.

Ze względu na opisane problemy należało zrezygnować ze wzmocniania podłoża kolumnami DSM. W zamian za to zaprojektowano głębokie posadowienie obiektu na ścianach szczelinowych. Żeby jednak usprawnić proces oraz zabezpieczyć ściany szczelinowe przed nieszczelnością, zdecydowano się na wykonanie ścian w autorskiej technologii Przedsiębiorstwa Inżynieryjnego „IMB-Podbeskidzie” o nazwie S-IMB.

Bardzo często w trakcie betonowania ścian szczelinowych dochodzi do rozsegregowania betonu. Zdarza się to zwłaszcza w miejscach przerw technologicznych, stykach poszczególnych sekcji, w miejscach

przechodzenia przez grunty organiczne lub przy bardzo uwarstwionym i trudnym podłożu gruntowym. Zazwyczaj problem ten jest rozwiązywany poprzez wykonywanie tzw. „kurtyn” doszczelniających na stykach sekcji lub w miejscach, gdzie występuje przebiecie hydrauliczne podczas odkopywania ściany szczelinowej. Prace te są jednak bardzo kosztowne i pracochłonne, a nierzadko wymagają dodatkowego sprzętu w postaci wiertnicy do wykonania otworu iniekcyjnego. Nieumiejętnie wykonana naprawa może jednak obniżyć stateczność gruntów wokół ścianki i doprowadzić do awarii budowlanej. Technologia S-IMB zapobiega tego typu sytuacjom. Biorąc pod uwagę trudne warunki gruntowe, zdecydowano się wykorzystać właśnie tę autorską technologię i zminimalizować ryzyka późniejszych napraw lub awarii.

Technologia S-IMB oprócz nowatorskiego rozwiązania w zakresie sposobu i procedury odzyskiwania bentonitu, wykorzystuje autorskie rozwiązanie elementów rozdzielczych sekcji tj. złącze IMB-IS, które charakteryzuje się następującymi cechami:

- a) gwarantuje właściwe prowadzenie chwytaka w trakcie głębienia sąsiedniej sekcji;
- b) umożliwia instalację dodatkowych taśm uszczelniających;
- c) pozwala na dowolność realizacji poszczególnych odcinków ściany – do wykonania sekcji wtórnej możemy przystąpić w dowolnym momencie, bez wpływu na jakość złącza;
- d) co najważniejsze – element ten, dzięki rozprowadzeniu na całej długości elementu rozdzielczego dysz iniekcyjnych, pozwala nam wykonać dodatkową ciśnieniową

iniekcję uszczelniającą, gwarantującą szczelne zabezpieczenie sekcji, który to element usuwany jest przed zabetonowaniem sekcji sąsiedniej, stanowiąc pionowe deskowanie sekcji pierwotnej.

Element rozdzielczy posiada dodatkową instalację, która pozwala na wtłoczenie w miejsce styku iniektu cementowego lub cementowo-bentonitowego umożliwiającego doszczelnienie tego miejsca. W ten sposób do absolutnego minimum sprowadza się możliwość rozszczelnienia ścianek, a tym samym problemy na dalszych etapach budowy.

Nowo zaprojektowany sposób posadowienia obiektu okazał się dobrym wyborem. Technologia S-IMB pozwoliła w szybki i bezawaryjny sposób na wykonanie głębokich na 14 oraz 16 m ścianek i oparcie na nich reszty konstrukcji obiektu.

Pogorszone warunki gruntowe przysporzyły zespołowi wykonawczemu jeszcze kilku trudności na przestrzeni całej inwestycji, ale jest to już temat na inne artykuły. Jakie wnioski płyną z naszego doświadczenia? Przy projektowaniu posadowień należy brać pod uwagę dużą losowość i zmienność gruntów w obrębie prakoryta rzeki Wisły. W naszym wypadku, zmieniające się warunki gruntowe i hydrauliczne oznaczały spore zmiany na przestrzeni całej inwestycji, a w przypadku obiektu WD-05 zupełne przeprojektowanie sposobu posadowienia. Na szczęście doświadczenie przy innych trudnych obiektach inżynierskich sprawiło, że mogliśmy odpowiednio dobrać technologię wykonania posadowień i z sukcesem ukończyć zarówno obiekt, jak i – wraz z konsorcjum – całą inwestycję. |





**Inżynieria drogowa**  
**Głębokie fundamentowanie**  
**Produkcja prefabrykatów**  
**Produkcja betonu**



**Przedsiębiorstwo Inżynieryjne „IMB-Podbeskidzie” Sp. z o.o.,**  
 ul. Górny Bór 31a, 43-430 Skoczów  
 tel.: 33 853 25 65 e-mail: [biuro@imbpodbeskidzie.pl](mailto:biuro@imbpodbeskidzie.pl)

