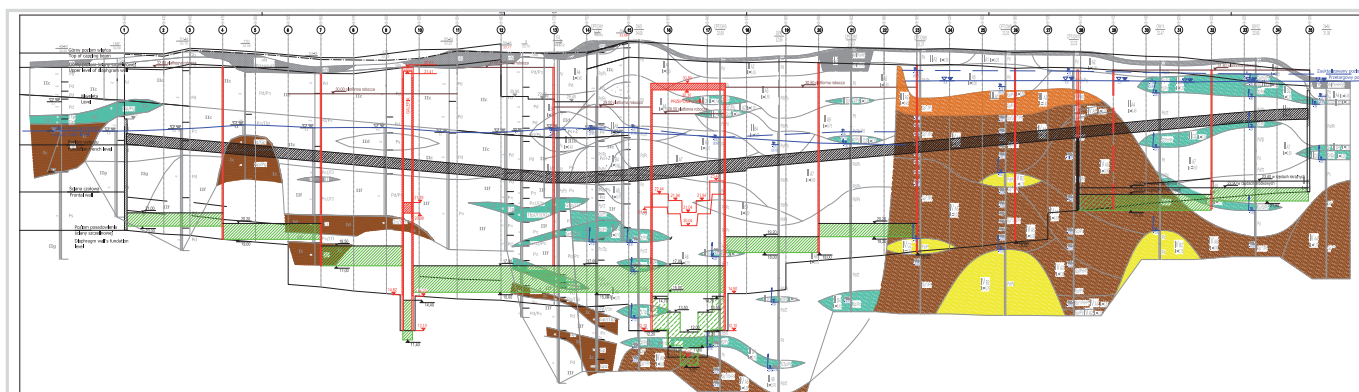


Pozioma i pionowa przesłona przeciwfiltracyjna w technologii Soilcrete®

■ Michał Łoboda, Keller Polska Sp. z o.o.

Droga ekspresowa S8, wchodząca w skład zachodniej obwodnicy Warszawy, na odcinku od węzła Konotopa do węzła Prymasa Tysiąclecia ma długość ok. 10,4 km. Część tej trasy w dzielnicy Bemowo poprowadzono w otwartym tunelu poniżej zwierciadła wody gruntowej. W rejonie ul. Dywizjonu 303, na odcinku trasy o długości 905 m, prace geotechniczne wykonywała firma Keller Polska Sp. z o.o.



Ryc. 1. Przekrój podłużny odcinka S8 w rejonie ul. Dywizjonu 303: płyta denną – szary poziomy pas, przesłona pozioma – zielony, schodkowy pas, przesłona pionowa – czerwone, pionowe linie

Roboty polegały na wykonaniu ścian bocznych obudowy tunelu w technologii ścian szczelinowych oraz uszczelniającej poziomej przesłony i pionowych przegród w technologii wysokociśnieniowej iniekcji strumieniowej Soilcrete® (jet grouting, ryc. 1).

Dane ogólne

Długość odcinka: 905 m ścian szczelinowych, 780 m Soilcrete® (km 8+400 do km 9+305)

Szerokość odcinka: 35 m (w niektórych miejscach do 47 m)

Projektowana średnica kolumn: 3,0–3,6 m

Głębokość przewiertów: 11–22 m

Grubość przesłony: 1–3 m (w obrębie przepompowni kolumny o długości do 7,5 m)

Powierzchnia przesłony: 29 193 m²

Objętość uszczelnienia: 41 049 m³

Liczba kolumn Soilcrete® (jet grouting): 5812 sztuk

Założenia otwartego tunelu

1. Stateczność ścian tunelu uzyskano przez zastosowanie technologii ścian szczelinowych, zapewniających odpowiednią sztywność i szczelność konstrukcji obudowy.

2. Uszczelnienie dna tunelu w rejonie gruntów przepuszczalnych osiągnięto przez zastosowanie przesłony poziomej wykonanej w technologii Soilcrete®.

Zadanie

Połączenie obu technologii pozwoliło na bezpieczne prowadzenie „na sucho” dalszych prac fundamentowych i budowlanych w wykopie tunelu poniżej poziomu zwierciadła wody gruntowej, w tym na wykonanie żelbetowej płyty dennej rozpiętej ścianami szczelinowymi oraz stanowiącej fundament dla konstrukcji drogi.

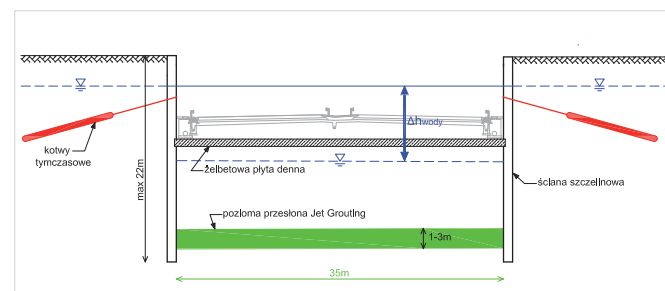
Pozioma przesłona z cementogruntu miała za zadanie przeciwdziałać filtracji wody do wykopu w fazie budowy. Ze względów statycznych i technologicznych przesłona pozioma była

wykonywana na głębokości od 6 m do 9 m poniżej poziomu dna wykopu, a w niektórych miejscach trasy sięgała do 22 m p.p.t. Ciężar nadkładu gruntu nad przesłoną zapewniał stateczność dna wykopu, przeciwdziałając siłom wyporu wody działającym na spód przesłony (ryc. 2).

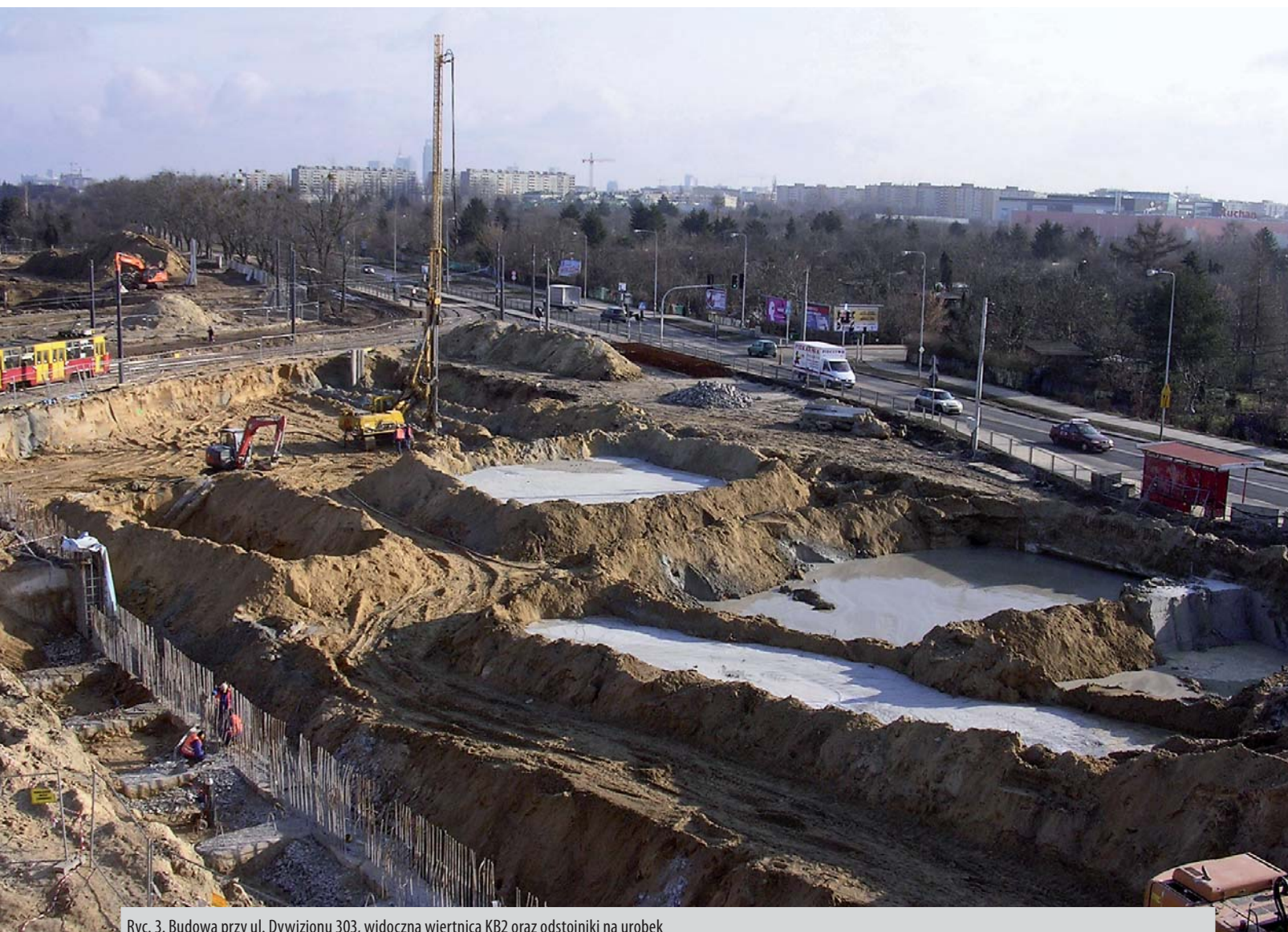
Technologia robót

Ściany szczelinowe oraz przesłony w technologii Soilcrete® zrealizowano w okresie od kwietnia 2008 r. do jesieni 2009 r. na podstawie projektu wykonawczego i technologicznego opracowanego przez Keller Polska.

W pierwszym etapie wykonywano ściany szczelinowe. Po zakończeniu kolejnych odcinków ścian szczelinowych przystępowano do wierceń i iniekcji strumieniowej w celu wykonania poziomej przesłony uszczelniającej przestrzeń pomiędzy wykonanymi już ścianami tunelu. Prace iniekcyjne prowadzono w technologii Soilcrete® SD (*super double* – ulepszona, podwójna iniekcja strumieniowa jet grouting) przy zastosowaniu strumienia dwóch mediów, tj. zaczynu cementowego pompowanego pod dużym ciśnieniem w otulinie sprężonego powietrza. Strumień zaczynu otulony powietrzem eroduje napotkany na swojej drodze grunt, niszcząc jego strukturę i mieszając się z nim. Stosując odpowiednie parametry produkcyjne, w tym prędkość podciągania i obrotu żerdzi wiertniczej zakończonej



Ryc. 2. Przekrój poprzeczny przez tunel i przesłonę Soilcrete®



Ryc. 3. Budowa przy ul. Dywizjonu 303, widoczna wiertnica KB2 oraz odstożniki na urobek



Ryc. 4. Kolumna próbna Soilcrete® (JG) o średnicy 5,0 m – rekord Polski

monitorem iniekcyjnym, uzyskuje się jednolitą bryłę cementogruntu w formie kolumny lub krążka o określonej średnicy. Urobek technologiczny, czyli nadmiar wpompowanego zaczynu, wymieszany z upłynionym gruntem wypływa wzdłuż żerdzi wiertniczej na powierzchnię terenu. Urobek jest odpompowywany do przygotowanych odstożników i po związaniu poddany utylizacji (widok budowy z odstożnikami, ryc. 3).

Przesłonę poziomą wykonywano głównie w warstwach zagęszczonych piasków ($ID \approx 0,7$), oraz częściowo w twardoplastycznych glinach ($IL \approx 0,2$). W gruntach tych zaprojektowano zachodzące na siebie „krążki”, tj. pełne kolumny o średnicy od 3,0 do 3,6 m i wysokości od 1,0 do 3,0 m, tworzące łącznie jednolity, szczelny ekran poziomy. Osiągnięcie zakładanych wymiarów kolumn potwierdziły badania kolumn próbnych. W trakcie prób uzyskano również kolumnę o średnicy 5,0 m co stanowi rekord Polski w technologii jet grouting (ryc. 4).

Ze względów technologicznych i bezpieczeństwa robót poziomą przesłonę dzielono

na mniejsze sekcje o powierzchni do ok. 2000 m². W celu oddzielenia od siebie poszczególnych sekcji wykonywano pionowe przegrody, prostopadłe do osi tunelu. Umożliwiały one odpompowanie wody gruntowej oraz głębienie wykopu w obrębie jednej sekcji, podczas gdy w sąsiedniej trwały jeszcze prace



Ryc. 5. Widok odkopanej przesłony pionowej w postaci pojedynczej lameli Soilcrete® (jet grouting)

uszczelniające. Firma Keller wykonywała przesłony pionowe w trzech wariantach: kolumny DSM (niskociśnieniowe, wgłębne mieszanie gruntu), Soilcrete® w formie kolumn oraz Soilcrete® w formie lameli, tj. wąskich wycinków kolumn o długości do 7 m (ryc. 5). Najszybszym sposobem okazało się wykonywanie przegród w formie lameli. Cementogruntowe przesłony pionowe miały też inną zaletę, stwierdzoną w czasie trwania budowy. Były one równie szczelne, jak stosowane w innych miejscach pionowe przegrody ze stalowych ścianek szczelnych, jednak zdecydowanie łatwiej można było obniżyć ich górną krawędź w trakcie głębienia wykopu. Samochody ciężarowe i ładowarki mogły po niej przejeżdżać, nie niszcząc opon. Stalowe ścianki szczelne trzeba było każdorazowo obniżyć przez wypalanie, a ich ostre krawędzie często niszczyły opony pojazdów poruszających się po budowie.

Wykonanie jednolitej, szczelnej poziomej przesłony sięgającej głębokości 22 m p.p.t. wymagało dużej dokładności i kontroli robót. Przy pomocy inklinometru sprawdzano pionowość odwiertu i kierunek oraz wielkość odchyłek położenia kolumny jet grouting (ryc. 6). Stosunkowo niewielka, nieskorygowana, pionowa odchyłka mogła, na głębokości 22 m, spowodować, że sąsiadujące krążki przesłony nie będą na siebie nachodzić. Powstała w ten sposób przerwa umożliwiałaby filtrację wody do wykopu, co wydatnie zmniejszyłoby szczelność przesłony.

Dobre przygotowanie platformy i frontu robót oraz zachowanie czystości pracy i ciągle odpompowywanie urobku wpływającego z otworów wiertniczych pozwalało na wydajne i dokładne prowadzenie robót, nawet w warunkach zimowych, przy mrozach sięgających -15 °C.

Powyższe prace wykonano terminowo i zgodnie z założeniami projektowymi. Obudowa w formie ścian szczelinowych z poziomą przesłoną Soilcrete® (jet grouting) umożliwiły „na sucho” bezpieczne prowadzenie dalszych robót przy budowie płyty dennej oraz całej infrastruktury związanej z poprowadzeniem drogi w otwartym tunelu poniżej zwierciadła wód gruntowych.



Ryc. 6. Pomiar inklinometrem pionowości odwiertu oraz kierunku i wielkości odchyłki

TargiKielce
EXHIBITION & CONFERENCE CENTRE

WSZYSTKIE DROGI PROWADZĄ DO KIELC!

10-13.05.2011



AUTOSTRADA-POLSKA

XVII Międzynarodowe Targi Budownictwa Drogowego



MASZBUD

XIII Międzynarodowe Targi Maszyn Budowlanych i Pojazdów Specjalistycznych



TRAFFIC-EXPO

VII Międzynarodowe Targi Infrastruktury

Dlaczego warto wybrać targi AUTOSTRADA-POLSKA?

- to **największa w Polsce** wystawa sprzętu **budownictwa drogowego**
- to targi odwiedzane przez **niemal wszystkich ludzi podejmujących decyzje** dotyczące polskich dróg
- to **miejsce spotkań** przedstawicieli przemysłu budownictwa drogowego i instytucji naukowo-badawczych wspierających tę branżę
- **Targi Kielce to jedyny w Polsce ośrodek** wystawienniczy dysponujący specjalnym **terenem pokazowym do dynamicznej prezentacji maszyn**

WSPÓŁPRACA



Instytut Badawczy
Dróg i Mostów
www.ibdim.edu.pl

Patronat medialny:

Polskie
drogi

forum
budowlane

AUTOSTRADY

INFRASTRUKTURA

POŚREDNIK
budowlany

maszyny
budowlane

ITS PRZEGLĄD

Builder

www.autostrada-polska.pl

TARGI KIELCE S.A. ul. Zakładowa 1, 25-672 Kielce
tel. 41 365 12 22, fax 41 345 62 61, e-mail: biuro@targikielce.pl www.targikielce.pl

Informacje o targach:

Dyrektor Grupy Projektów - Bogusława Grzechowska, tel. 41 365 12 10, fax 365 13 13, e-mail: autostrada@targikielce.pl