

# Inżynier budownictwa

9

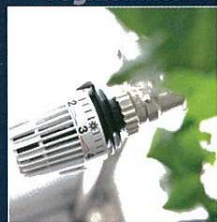
2013

NR 09 (109) | WRZESIEŃ

PL ISSN 1732-3428

MIESIĘCZNIK POLSKIEJ IZBY INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

Dodatek specjalny  
Ciepłownictwo  
i ogrzewnictwo



Inżynier budownictwa  
wrzesień 2013

Dodatek specjalny

## ILE MOŻE (WYTRZYMAĆ) KIEROWNIK BUDOWY

Certyfikacja LEED

Wymagania dla przewodów elektrycznych

# Wykonanie głębokiego wykopu dla potrzeb drążenia tunelu drogowego pod Martwą Wisłą

mgr inż. Artur Zachodni  
dr inż. Grzegorz Sołtys

## Wstęp

W ramach realizowanej na Pomorzu inwestycji „Połączenie Portu Lotniczego z Portem Morskim Gdańsk – Trasa Słowackiego” firma Keller Polska Sp. z o.o. opracowała dokumentację techniczną i wykonała kompleksowe zabezpieczenie wykopów dla potrzeb prowadzenia prac związanych z drążeniem tunelu pod Martwą Wisłą. Prace prowadzono w rejonie nabrzeża „Dworzec Drzewny”, gdzie znajduje się komora startowa maszyny wierzącej TBM, oraz przy nabrzeżu „Wiślanym” znajdującym się po drugiej stronie przeprawy pod Martwą Wisłą, stanowiącym komorę odbiorczą (rys. 1). Warto tu podkreślić, że jest to pierwsze w Polsce zastosowanie tego typu maszyny do budowy tunelu drogowego.

Dla Keller Polska największym wyzwaniem pod względem technicznym było zaprojektowanie i budowa szczelnych komór, startowej i odbiorczej, umożliwiających bezpieczne prowadzenie

prac tunelowych. W artykule nakreślono jedynie wybrane aspekty projektowo-realizacyjne dla komory startowej.

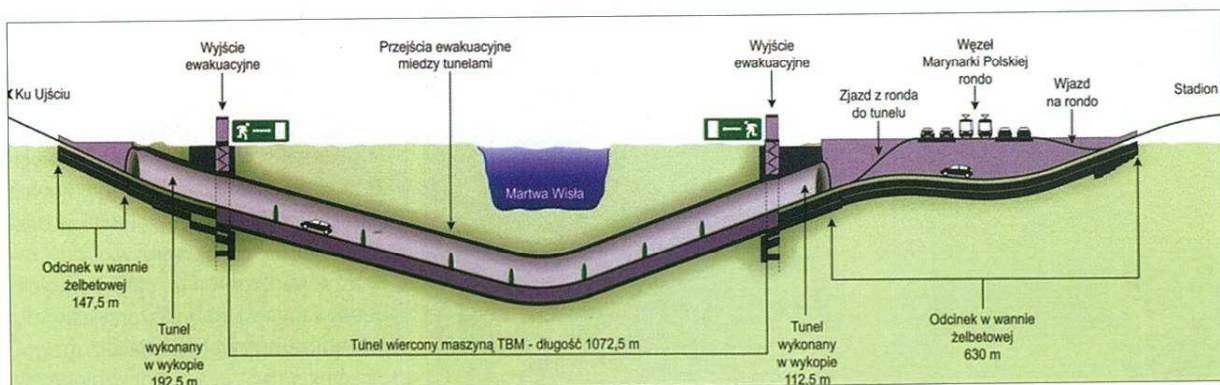
## Opis warunków geologicznych i technicznych

Realizowana przeprawa tunelowa zlokalizowana jest po obu brzegach rzeki Martwa Wisła. Rozpoznanie geotechniczne wykazało bardzo złożone warunki gruntowe dla prowadzonej inwestycji. W profilu gruntowym, do głębokości około 30 m p.p.t., wydzielono kilkadziesiąt warstw geotechnicznych. Składają się na nie namuły, torfy, iły rzeczne, gliny oraz piaski drobne i średnie. Jest to typowa dla terenu delty Wisły stratyfikacja geologiczna. Woda gruntowa występuje na głębokości od około 0,6 do 2,5 m p.p.t. Maszyna TBM rozpoczyna wiercenie tunelu na głębokości około 20 m p.p.t. Z tego względu konieczne było wykonanie suchej komory startowej. Wysoki poziom wody gruntowej oraz głębokie

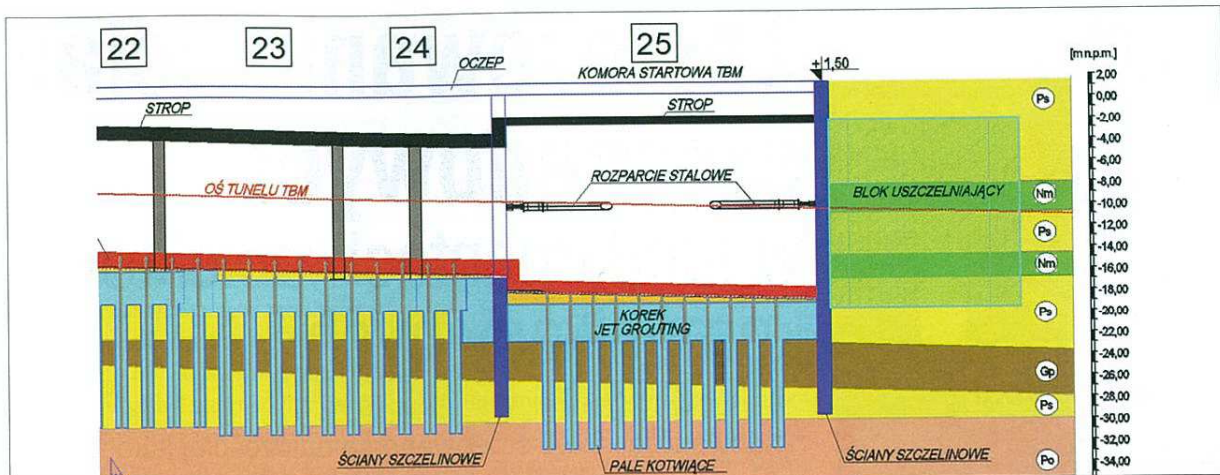
zaleganie gruntów przepuszczalnych wymusiły konieczność uszczelnienia wykopu, które wykonano w technologii korka JET-Grouting. Oprócz funkcji uszczelniającej, korek spełniał funkcję rozpierającą, przejmując znaczną część obciążeń poziomych w strefie odporu. Dla komory startowej zaprojektowano ściany szczelinowe o grubości 1,2 m, które rozparto w dwóch poziomach. Pierwszy poziom stanowił strop żelbetowy, w drugim poziomie zastosowano rozparcie stalowe, demontowane po wylaniu docelowej płyty dennej (rys. 2).

## Obliczenia statyczne

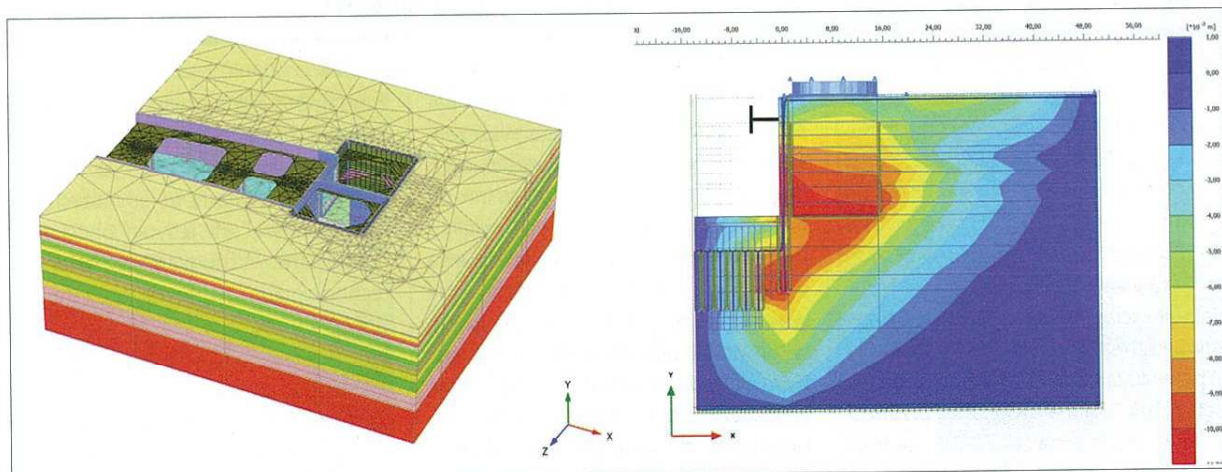
Z uwagi na przestrzenną geometrię wykopu oraz warunki wodno-gruntowe, jak również złożony charakter obciążenia, obliczenia statyczne przeprowadzono za pomocą specjalistycznego oprogramowania. Obszerna analiza obliczeniowa, opierająca się głównie na przestrzennej metodzie elementów skończonych, pozwoliła na



Rys. 1 | Przekrój podłużny tunelu pod Martwą Wisłą (źródło: GIK)



Rys. 2 | Przekrój podłużny przez komorę startową



Rys. 3 | Przestrzenny i płaski model MES dla komory startowej

optymalizację i weryfikację przyjętego rozwiązania. Zespół projektantów Keller Polska pracujących na budowie na bieżąco dostosowywał rozwiązanie projektowe do warunków lokalnych.

### Opis realizacji i monitoring

Z uwagi na ograniczony czas realizacji budowy, prace związane z głębinem ścian szczelinowych oraz wykonywaniem iniekcji uszczelniającej prowadzono równocześnie. Wymagało to przestrzegania reżimu czasowego oraz perfekcyjnej organizacji pracy na placu budowy. Korek JET-Grouting jest niezwykle istotnym elementem. Przede wszystkim gwarantuje szczelność wykopu, ale pełni również funkcje kotwiące. Z większości kolumn ekranu wypro-

wadzano żerdź kotwiącą, w oparciu o opracowany przez Keller Polska system wypinania żerdzi na głębokościach dochodzących do 20,5 m p.p.t.

W trakcie prac prowadzony był ciągły monitoring przemieszczenia ścian szczelinowych, obejmujący pomiary inklinometryczne i geodezyjne oraz pomiary tensometryczne w rozparciu stalowym.

### Wnioski

Wyniki monitoringu inklinometrycznego i geodezyjnego w pełni potwierdziły prognozy obliczeniowe. Po wykonaniu wykopu na pełną głębokość stwierdzono, że wykonany korek JET-Grouting zabezpieczył wykop przed napływem wody gruntowej, zapewniając szczel-

ność wykopu, a wbudowane elementy kotwiące skutecznie zagwarantowały stateczność dna wykopu. Całość rozwiązania funkcjonuje bez zastrzeżeń, zapewniając możliwość bezpiecznego prowadzenia prac przy montażu maszyny wierzącej TBM i drażeniu tunelu.



Geotechnika

Keller Polska Sp. z o.o.

ul. Poznańska 172

05-850 Ożarów Mazowiecki

tel. +48 (22) 733 82 70

Keller-Polska@keller.com.pl

www.keller.com.pl