

II Polskie Forum Tunelowe  
Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa

**TUNEL DROGOWY W OBSZARZE MIEJSKIM**  
**NA PRZYKŁADZIE PROJEKTU TUNELU W**  
**CIĄGU DROGI EKSPRESOWEJ S-2**  
**NA ODCINKU**  
**POŁUDNIOWEJ OBWODNICY WARSZAWY**

mgr inż. Maciej Kieniewicz



Tunel jest wykonywany w ramach kontraktu  
*Projektowanie i budowa drogi ekspresowej S2  
Południowa Obwodnica Warszawy,  
na odcinku „A” od węzła Puławska (bez węzła)  
do węzła Przyczółkowa (bez węzła)  
długość odcinka około 4,6 km  
Długość tunelu 2335 m*

Inwestor – **GDDKiA oddział Warszawa**



**Generalna Dyrekcja  
Dróg Krajowych i Autostrad**  
Oddział w Warszawie

Główny Wykonawca – **Astaldi**



**ASTALDI**

Jednostka Projektowa – **Transprojekt-Warszawa**



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa

Postępowanie przetargowe zostało rozpoczęte w 2013  
Umowa została podpisana w grudniu 2015  
Wartość kontraktu to około 1,2 mld zł brutto



# II Polskie Forum Tunelowe

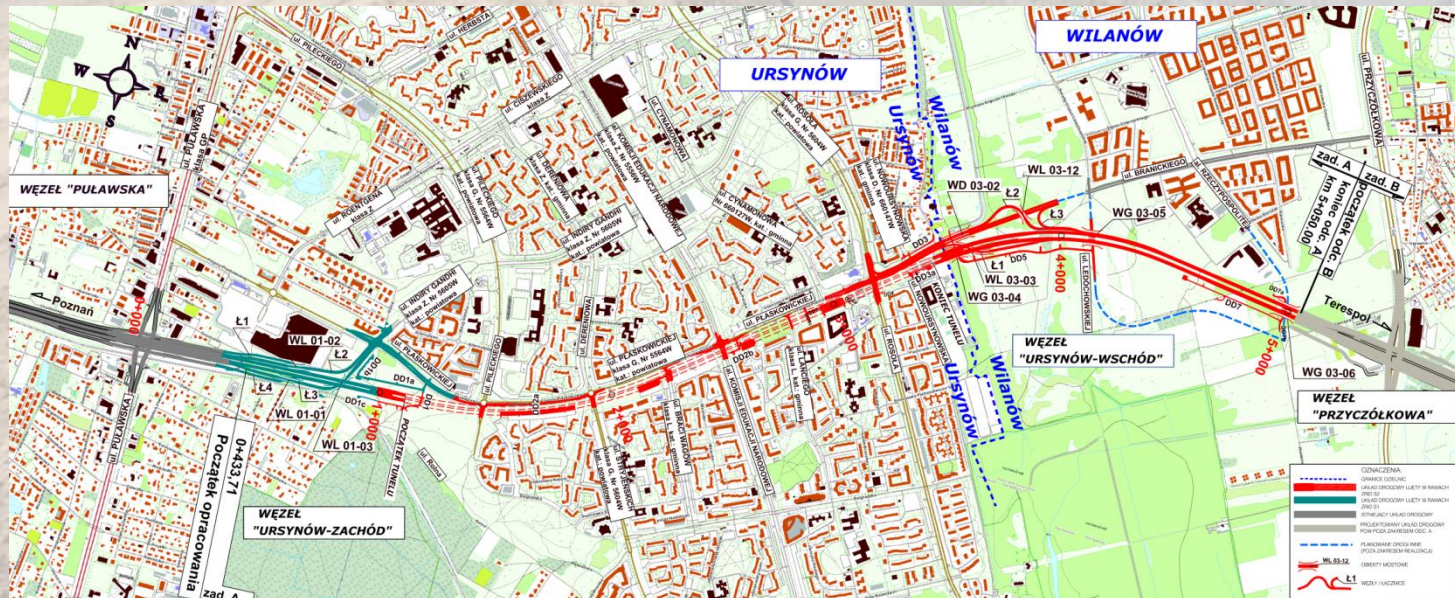
Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

# Transprojekt-Warszawa

Odcinek „A” POW zlokalizowany jest na terenie miasta stołecznego Warszawy. Tunel przeprowadza ruch przez obszar dzielnicy Ursynów, będącej tzw. sypialnią Warszawy (150 tys. mieszkańców). Przebieg tunelu w kierunku wschód-zachód przez tereny zurbanizowane przez ścisłe centrum dzielnicy mieszkaniowej. Na budowanym odcinku bezpośrednio przed portalami tunelu zlokalizowane są dwa węzły drogowe: Ursynów Wschód i Ursynów Zachód.



## II Polskie Forum Tunelowe Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

# Transprojekt-Warszawa

Budowa drogi tranzytowej była przewidziana w planach rozwoju miasta od wielu lat. Wzdłuż planowanej trasy, w pasie szerokości ok. 100 m nie były lokalizowane





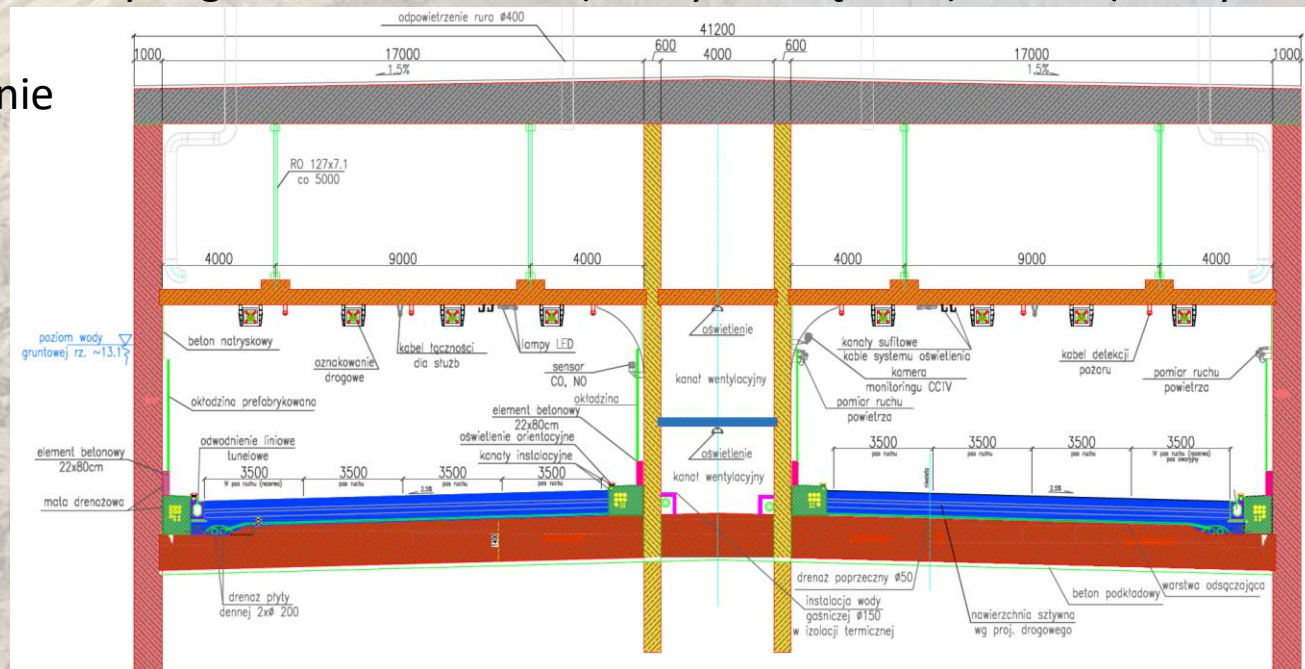


Tunel jest wykonywany metodą podstropową.

W przekroju poprzecznym tunel składa się z 3 naw a całkowita szerokość szlakowa konstrukcji to **41,2 m** (na odcinku zatok awaryjnych szerokość konstrukcji dochodzi do 50m).

Każdy z kierunków ruchu znajduje się w oddzielnej nawie o szerokości w świetle 17,0 m. W obydwu nawach znajdują się trzy pasy ruchu po 3,5 m każdy, pas awaryjny 3,5 m (rezerwa na czwarty pas ruchu) oraz dwustronne drogi ewakuacyjne po 1,0 m. W środku, pomiędzy nawami głównymi, zlokalizowana jest nawa technologiczna z kanałami wentylacyjnymi o szerokości 4,0 m w świetle ścian. Konstrukcję nośną tunelu stanowi rama żelbetowa, składająca się ścian szczylinowych grubości 0,8/1,0 m (ściany zewnętrzne) i 0,6m (ściany środkowe)

połączonych monolitycznie z rygłem płytowym, żelbetowym o zmiennej grubości od 0,8 do 1,55 m w zależności od sekcji.





# II Polskie Forum Tunelowe

Wrocław 21-22 stycznia 2020

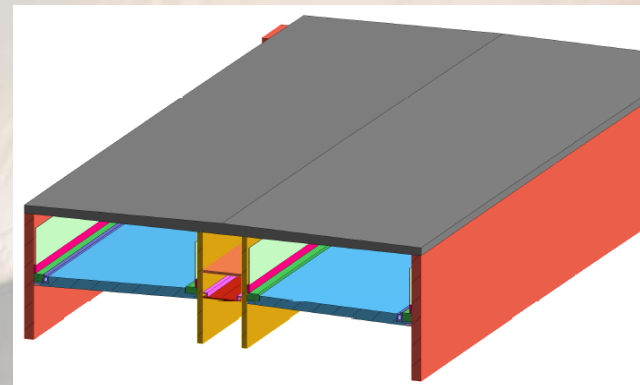


BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

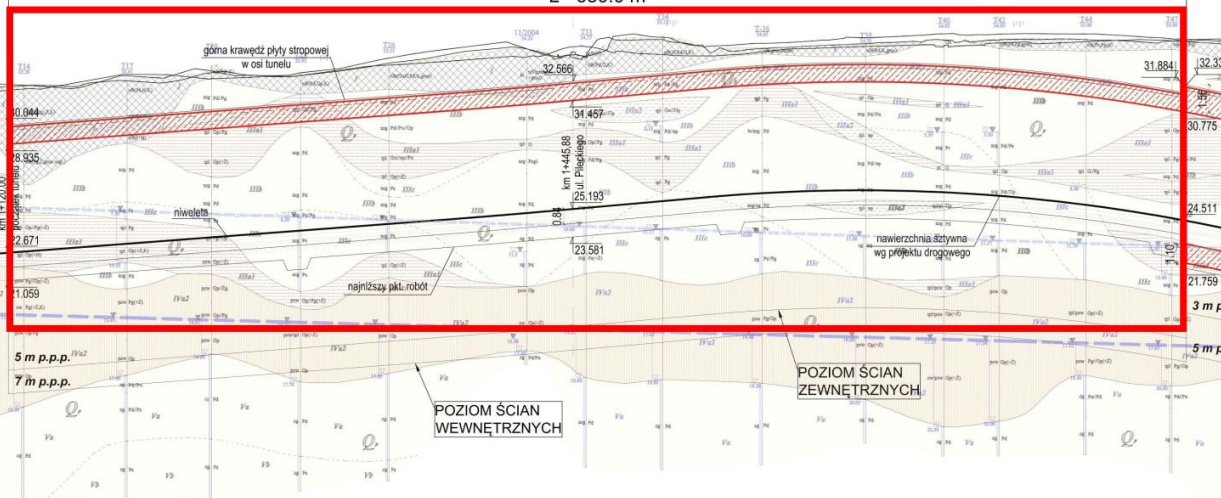
## Transprojekt-Warszawa

Sekcja 4: Odcinek bez płyty dennej z pojedynczym stropem, naziom warstwą gruntu o miąższości od 1 do 3 m.

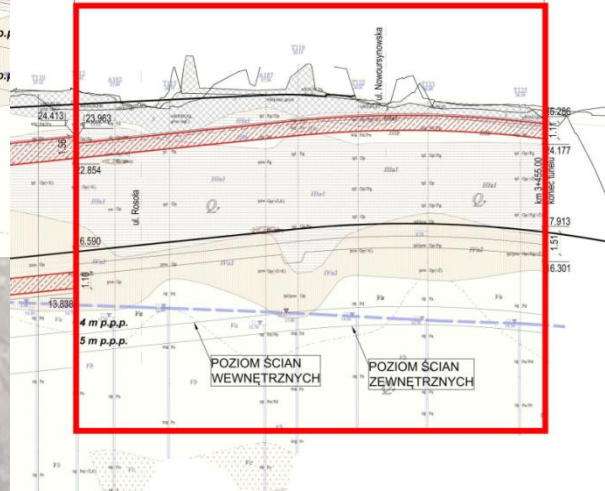
Przekrój zastosowany na odcinku prowadzenia niwelety jedni w tunelu powyżej poziomu wód gruntowych oraz małego zagłębienia jej poniżej poziomu terenu.



SEKcja 4  
L = 680.0 m



SEKcja 4  
L = 315.0 m



## II Polskie Forum Tunelowe

Wrocław 21-22 stycznia 2020

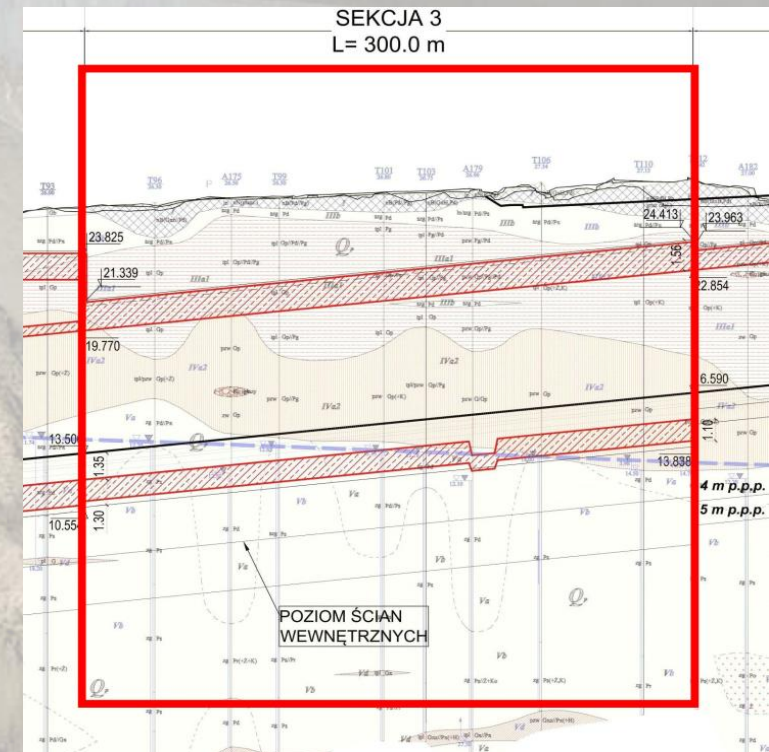
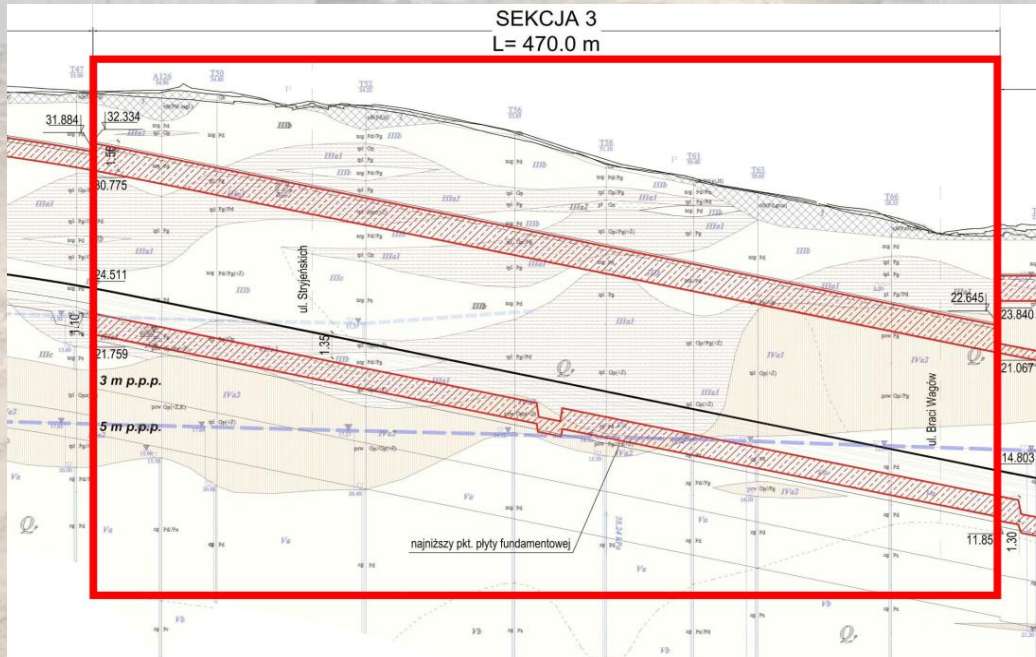
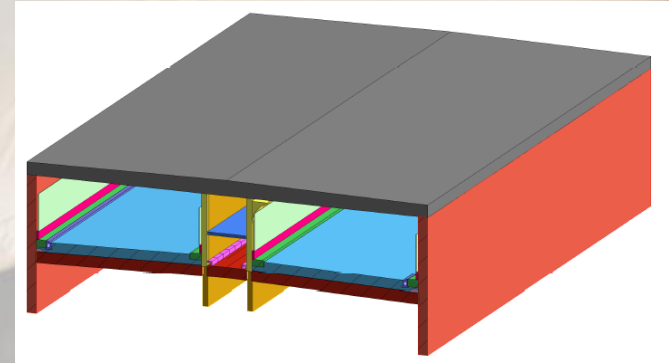


BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

# Transprojekt-Warszawa

Sekcja 3: Odcinek z płytą denną z pojedynczym stropem, naziom warstwą gruntu o miąższości od 3 do 5 m.

Przekrój zastosowany na odcinku prowadzenia niwelety jedni w tunelu poniżej poziomu wód gruntowych oraz małego zagłębienia jej poniżej poziomu terenu.



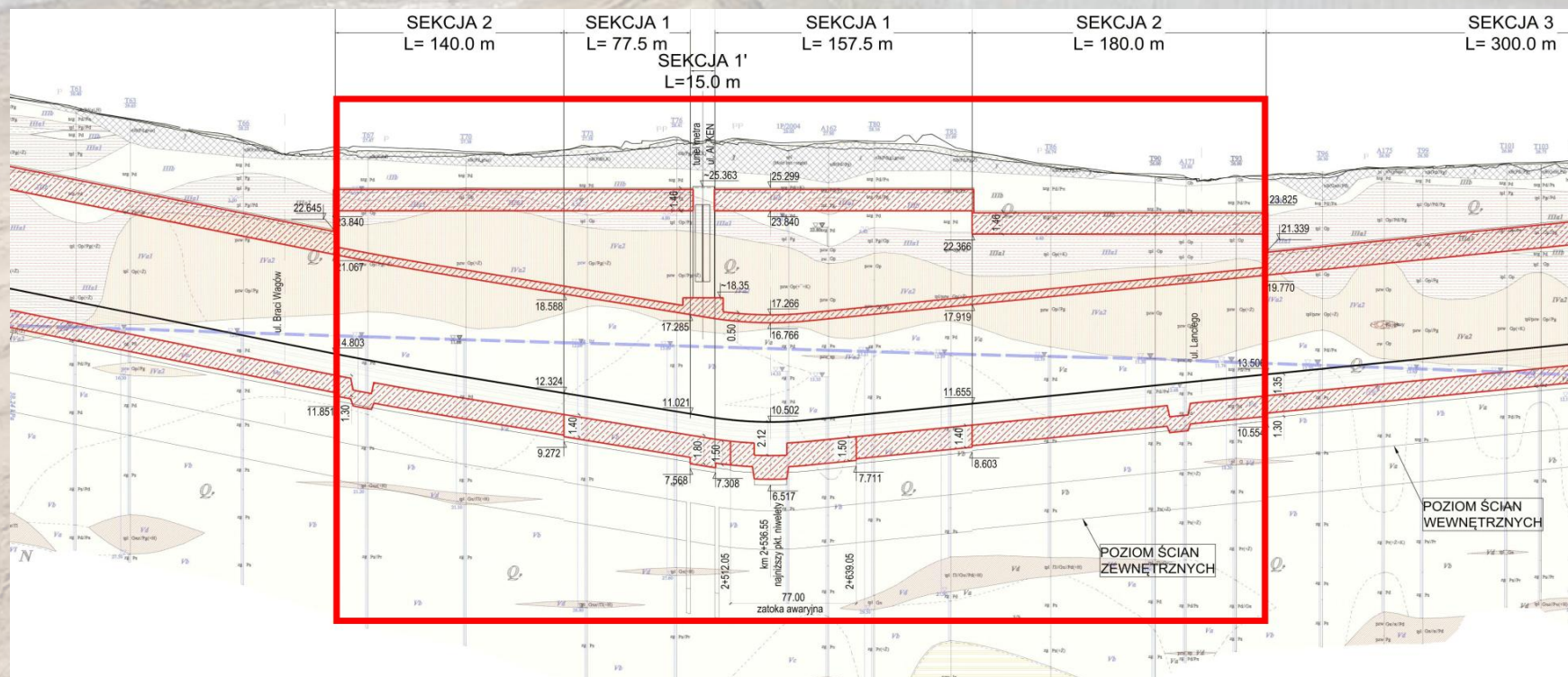
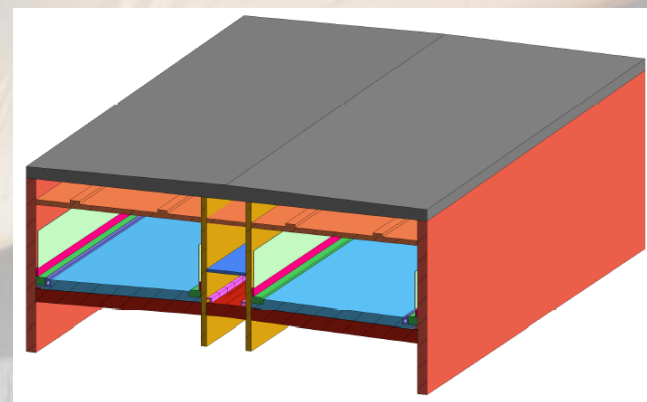
## II Polskie Forum Tunelowe Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa

Sekcja 1 i 2: Odcinek z płytą denną z podwójnym stropem (pomiędzy stropami pozostaje pusta przestrzeń), naziom warstwą gruntu o miąższości do 3 m. Przekrój zastosowany na odcinku prowadzenia niwelety jedni w tunelu poniżej poziomu wód gruntowych oraz znacznego zagłębienia jej poniżej poziomu terenu. Maksymalne zagłębienie płyty dennej to około 22 m ppt.



## II Polskie Forum Tunelowe

Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

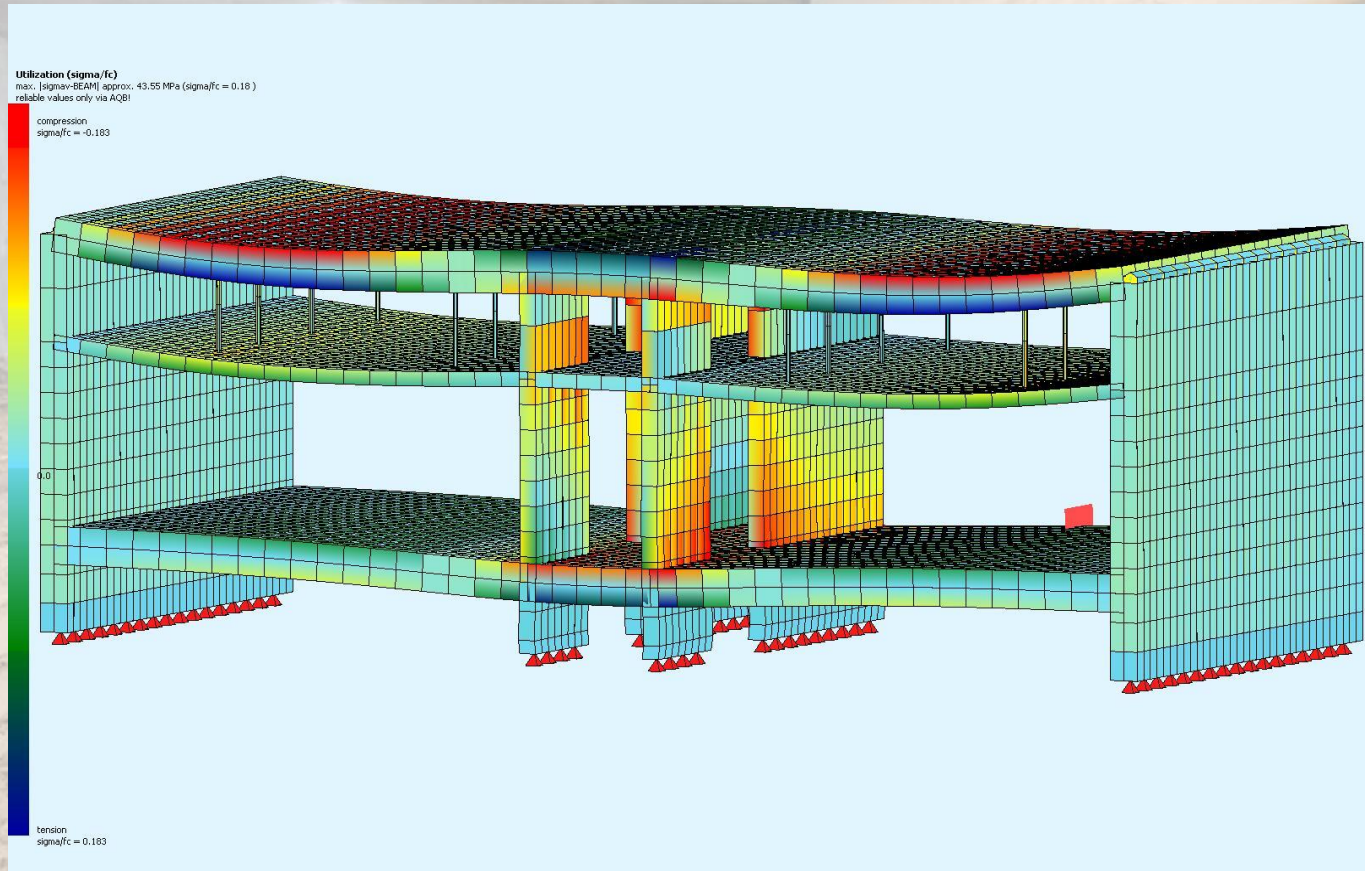
Transprojekt-Warszawa

Podsumowanie konstrukcji tunelu w liczbach:

- długość tunelu **2335 m**
- wykopy **1 300 000 m<sup>3</sup>**
- zasypania stropu **350 000 m<sup>3</sup>**
- powierzchnia ścian szczelinowych **125 000 m<sup>2</sup>**
- beton konstrukcyjny **295 000 m<sup>3</sup>**
- stal zbrojeniowa **32 313 ton**



Portal zachodni



Jeden z modeli obliczeniowych

II Polskie Forum Tunelowe  
Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa



II Polskie Forum Tunelowe  
Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa



II Polskie Forum Tunelowe  
Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa





II Polskie Forum Tunelowe  
Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa



II Polskie Forum Tunelowe  
Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa



II Polskie Forum Tunelowe  
Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa



II Polskie Forum Tunelowe  
Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa



II Polskie Forum Tunelowe  
Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa

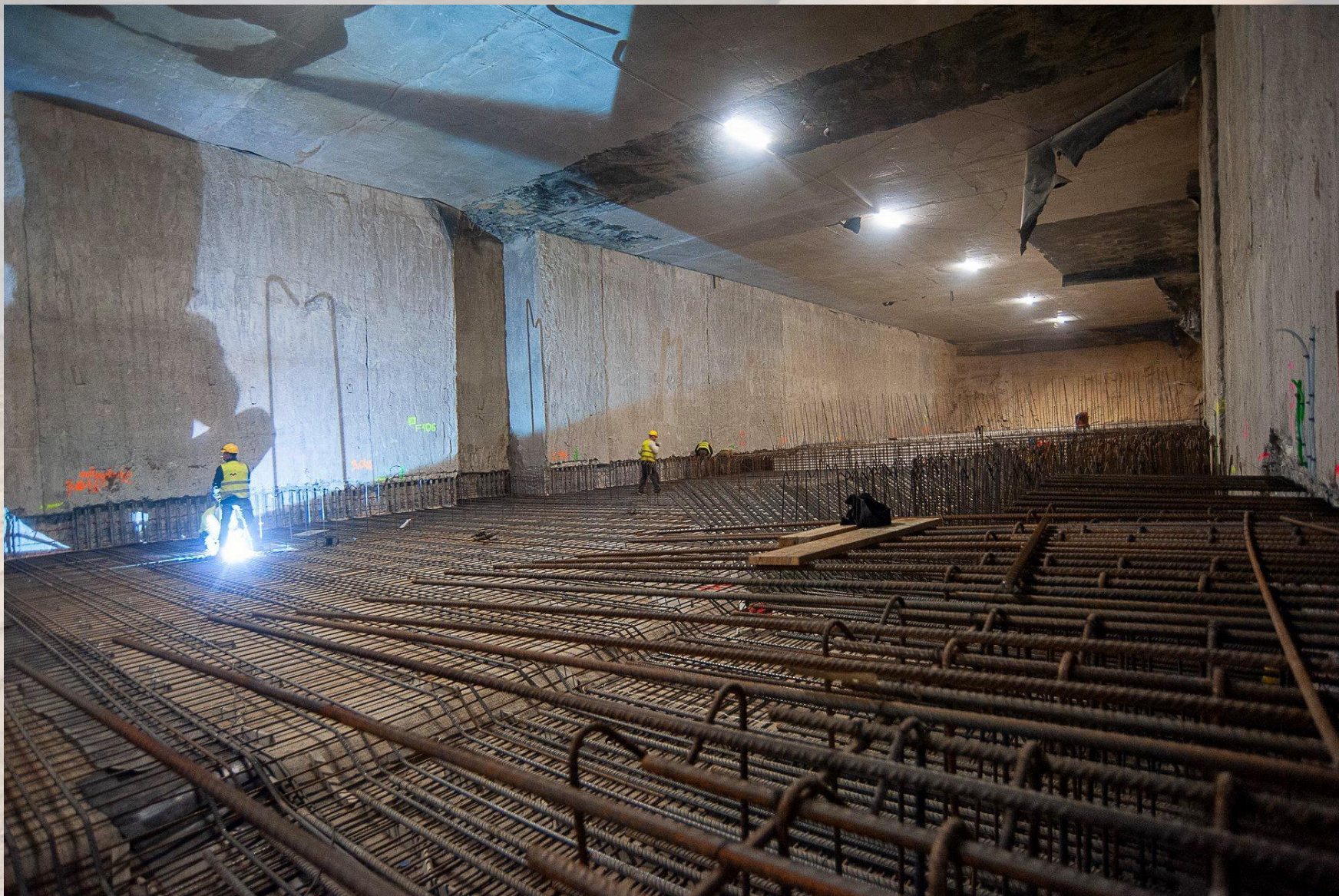


II Polskie Forum Tunelowe  
Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa



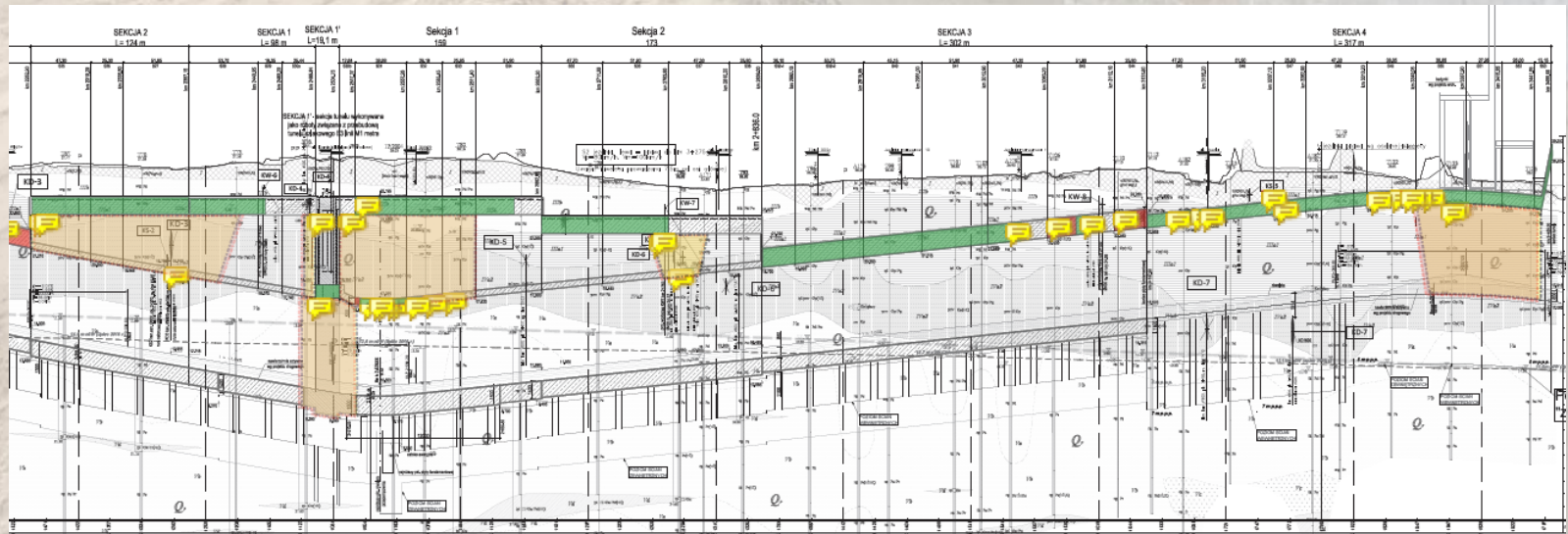
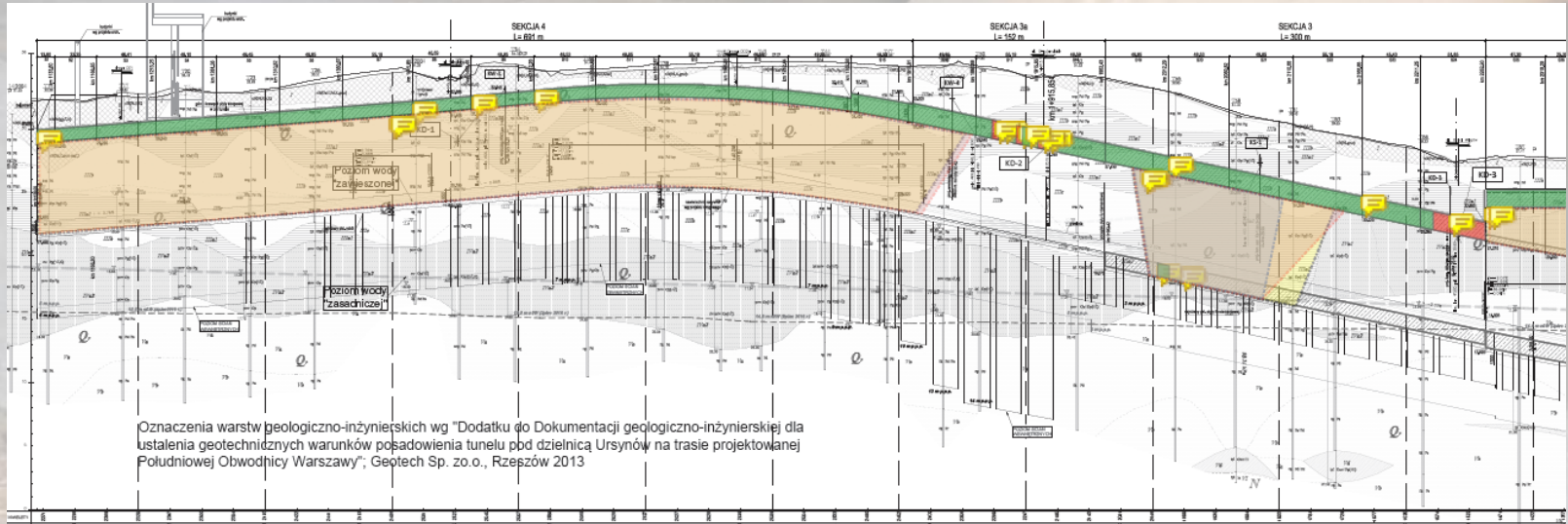
II Polskie Forum Tunelowe  
Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa

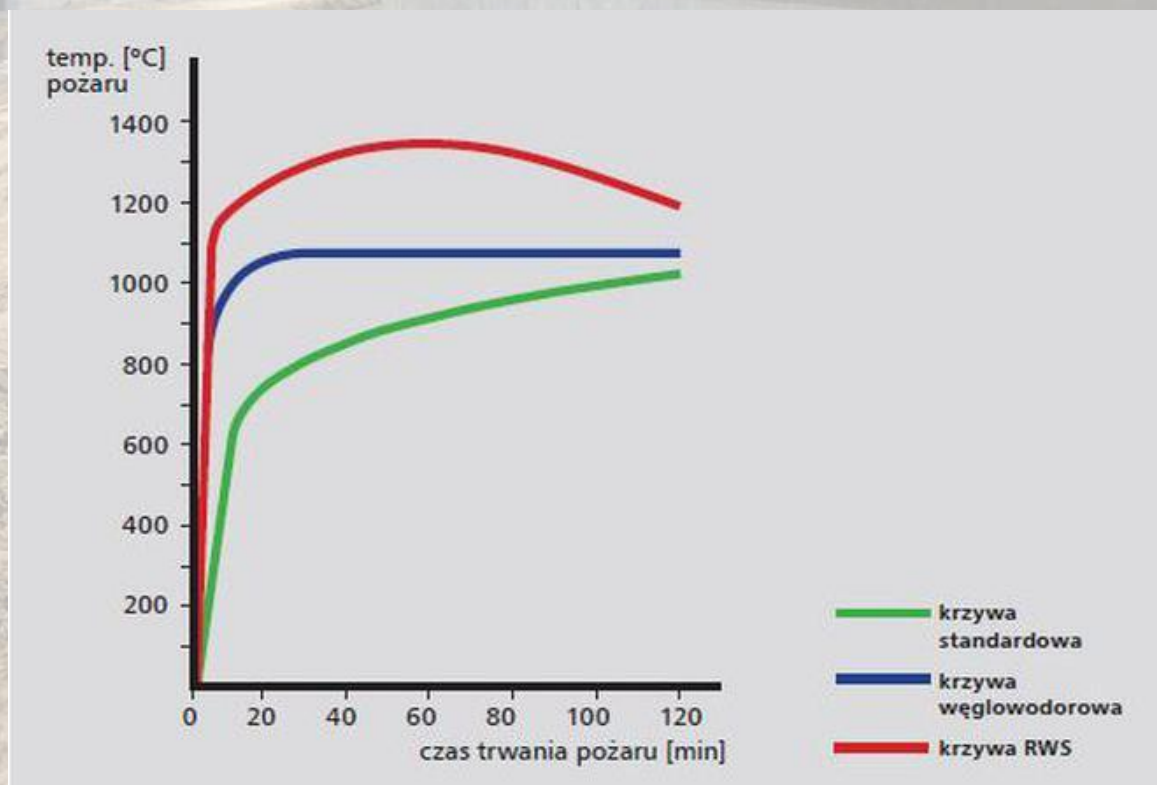




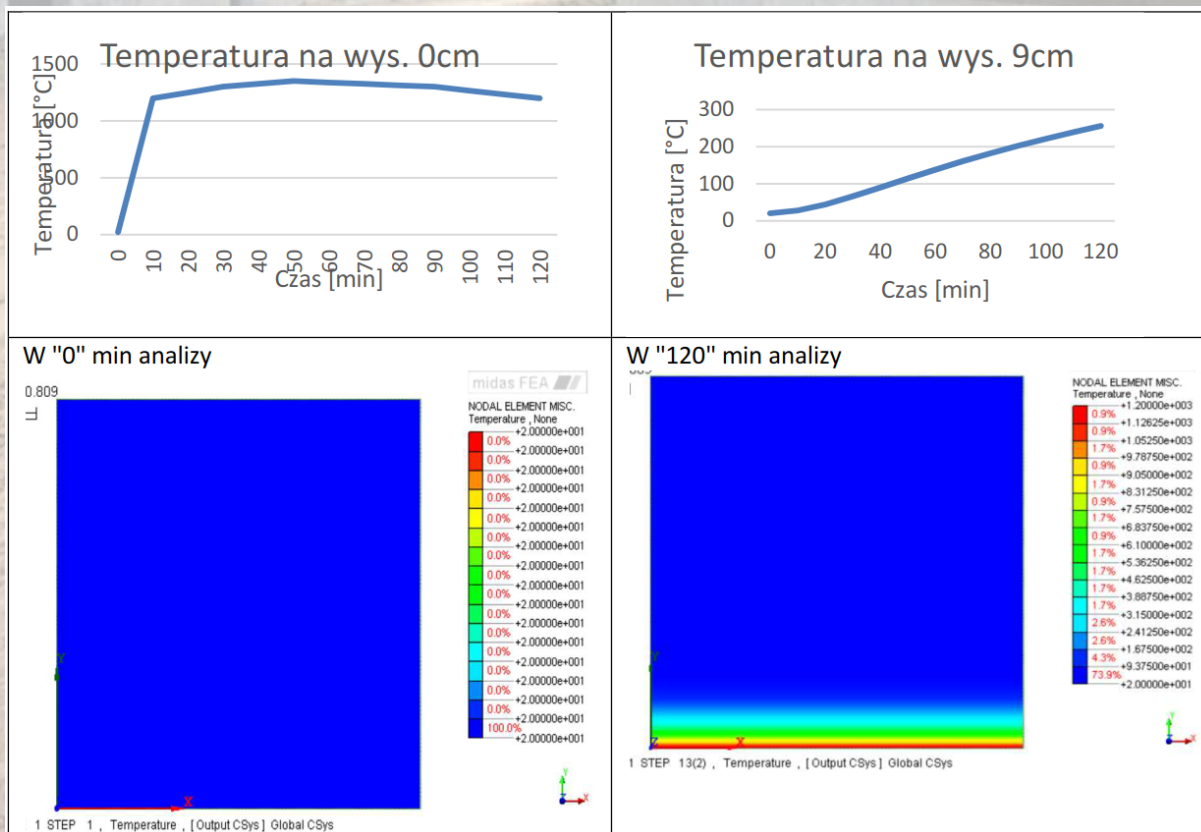


## Odporność ogniowa konstrukcji tunelu

Konstrukcja nośna tunelu została zaprojektowana zgodnie z zapisami DzU Nr 63 o odporności R240. Oznacza to pożar wg krzywej standardowej w czasie 240 min. Przebieg pożaru w tunelu drogowym przebiega z większą intensywnością i osiąga wyższe temperatury czego krzywa standardowa nie odwzorowuje. Z tego powodu podjęto decyzję o przeprowadzeniu dodatkowego sprawdzenia konstrukcji nośnej tunelu na obciążenie pożarem zgodnie z normą holenderską NEN-EN, krzywa RWS na czas 120 min.



Z uwagi na brak opracowań normowych dla profilu temperatury w konstrukcji wg krzywej RWS, wykonano analizę przepływu ciepła w konstrukcji w warunkach pożaru dla w/w krzywej. Analizę wykonano za pomocą programu MIDAS FEA umożliwiającym analizę przepływu ciepła w konstrukcji w zależności od czasu trwania sytuacji pożarowej. W celu określenia profilu temperatury RWS 120 dla przekroju żelbetowego, wykonano model 2D wycinka konstrukcji o gabarytach 100 x 100 cm. Poniżej przedstawiono graniczne wyniki analizy rozkładu temperatury w elemencie obciążonym pożarem rozwijającym się wg. krzywej RWS w czasie 120 min.



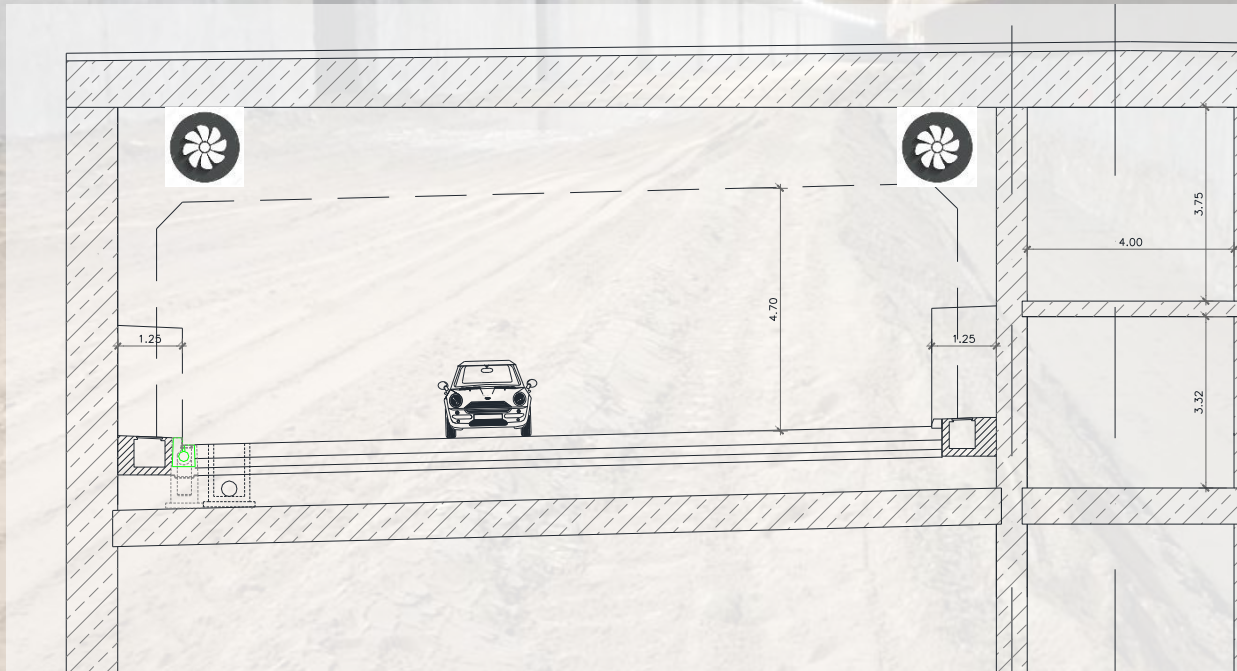
## Wyposażenie tunelu

Tunel jest wyposażony w szereg urządzeń, systemów i instalacji technicznych zapewniających jego prawidłową i bezpieczną eksploatację:

- system zasilania podstawowego i awaryjnego,
- system oświetlenia podstawowego, awaryjnego i ewakuacyjnego,
- system wentylacji,
- system pomiaru CO, NO i widoczności,
- system wykrywania i sygnalizacji pożaru,
- system punktów alarmowych,
- system komunikacji radiowej służb ratowniczych i porządkowych,
- system hydrantów przeciwpożarowych w tunelu,
- system odwodnienia, kanalizacji deszczowej, przeciwpożarowej i drenażowej,
- system przejść, ciągów ewakuacyjnych,
- system przesyłu danych,
- system zarządzania ruchem.

Są to złożone systemy nie odbiegające od rozwiązań stosowanych dla innych tuneli drogowych. Wartym przybliżenia są dwa systemy: wentylacji tunelu oraz system zarządzania ruchem

W tunelu zaprojektowano system wentylacji poprzecznej, uzupełniony o instalację rewersyjnych wentylatorów strumieniowych umieszczonych na stropie tunelu w celu kontrolowania prędkości występującego wzdłużnego przepływu powietrza w nawach tunelu. Wentylatory strumieniowe są zgrupowane w pary i rozmieszczone co 100 m na odcinakach 400 m od portali tunelu.



Wentylatory strumieniowe  
- w pełni rewersyjne  
- 1000 N siła ciągu

## II Polskie Forum Tunelowe

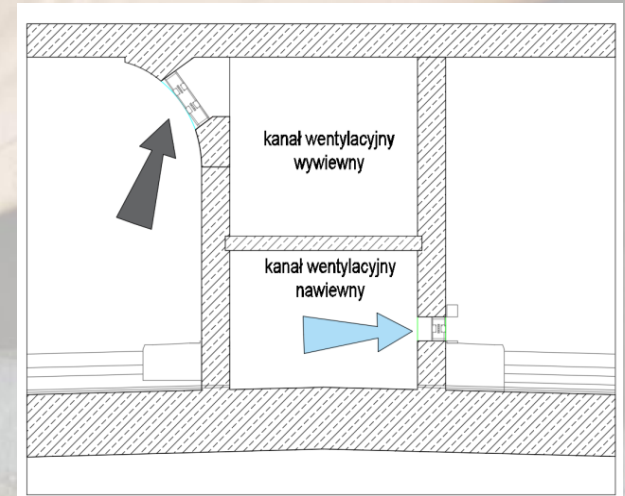
Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa

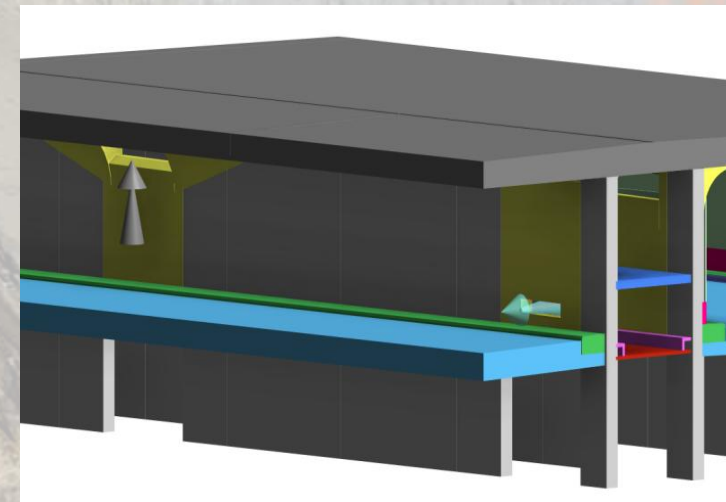
W tunelu zastosowano oddzielne kanały do odprowadzania i doprowadzania powietrza. Kanały wentylacyjne zostały zlokalizowane w środkowej części tunelu, pomiędzy nawami. Świeże powietrze będzie dostarczane do naw tunelu poprzez otwory zlokalizowane w dolnej części ściany tunelu. Przewidziano rozstaw otworów co 50 m. Powietrze zużyte będzie odprowadzane z spod stropu poprzez otwory zlokalizowane w obniżeniach stropu w rozstawie co 50 m. W otworach zabudowane będą kłapy systemu wentylacji pożarowej. System kłap nawiewnych i odciągowych będzie sterowany zdalnie z Centrum Zarządzania Tunelem. W celu uniknięcia zjawiska odciągania świeżego powietrza, lokalizacja kłap odciągowych i nawiewnych jest przesunięta względem siebie o 25 m.



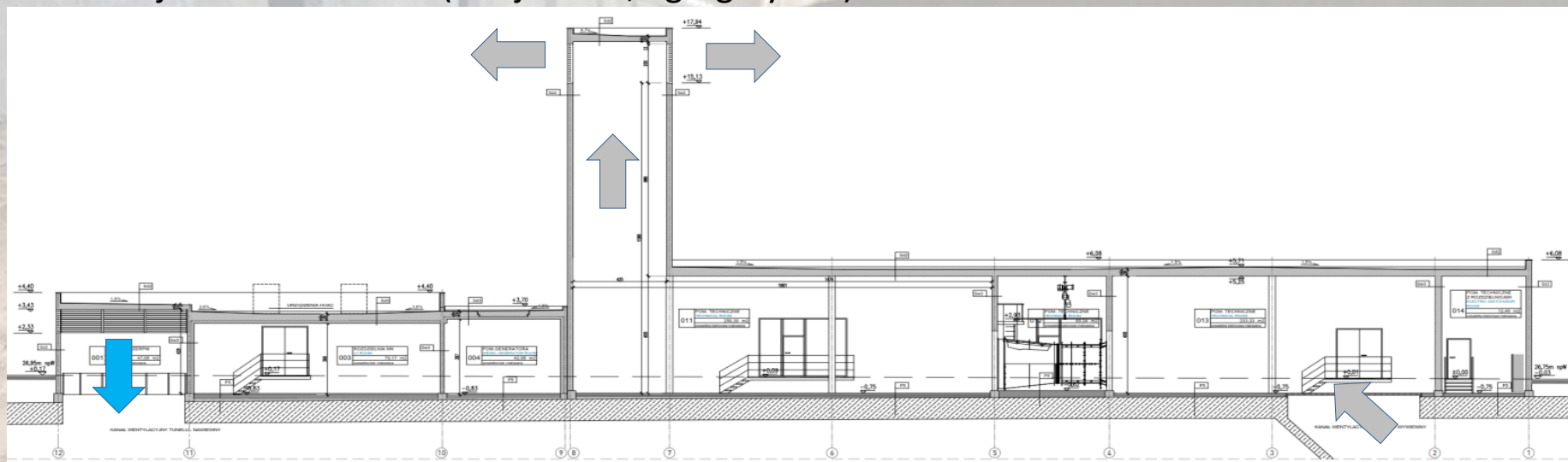
Kłapa nawiewna pow. 1,25 m<sup>2</sup>



Kłapa wywiewna pow. 5,0 m<sup>2</sup>



W rejonie obydwu portali wjazdowych do tunelu, na powierzchni terenu nad tunelem zlokalizowane zostały budynki mieszczące wentylatory wyciągowe dla systemu wentylacji – stacje wentylatorów. Budynki zostały posadowione bezpośrednio na płycie stropowej tunelu. Zużyte powietrze z tunelu odprowadzane będzie przez wyrzutnie wyniesione 15 m ponad teren przyległy. W budynkach zlokalizowano również czernie świeżego powietrza oraz inne urządzenia niezbędne do funkcjonowania tunelu (stacje trafo, agregaty itd.)



Podstawowe wyposażenie stacji wentylatorów:

- 3 wentylatory wywiewne o wydajności pojedynczego wentylatora ok 70 m<sup>3</sup>/s
- 2 wentylatory nawiewne o wydajności pojedynczego wentylatora ok 25 m<sup>3</sup>/s



System wentylacji pełni funkcje wentylacji bytowej i pożarowej. W okresie normalnej eksploatacji system wentylacji mechanicznej jest wyłączony dla obniżenia kosztów eksploatacji. Jeżeli zaistnieje sytuacja przekroczenia dopuszczalnych limitów zanieczyszczeń, system wentylacji zostanie uruchomiony automatycznie w celu zapewnienia odpowiedniego rozcieńczenia zanieczyszczeń w powietrzu i utrzymania wymaganej jakości powietrza wewnątrz tunelu. Powietrze zużyte będzie wtedy odprowadzane poprzez stacje wentylatorów wywiewnych poprzez wyrzutnie. Wentylację poprzeczną można stosować na wybranym odcinku każdej z naw lub na całej długości tunelu w zależności od lokalizacji stwierdzenia przekroczonych stężeń zanieczyszczeń – długość zatoru.

W sytuacjach awaryjnych system wentylacji tunelu przechodzi w tryb wentylacji pożarowej zapewniając następujące tryby działania:

- kontrola prędkości przepływu powietrza wewnątrz tunelu w celu ograniczenia rozchodzenia się dymu poprzez wentylatory strumieniowe zlokalizowane w nawach tunelu,
- usuwanie dymu z tunelu poprzez kłapy wyciągowe celem uzyskania strefy oddymiania,
- dostarczanie świeżego powietrza poprzez wentylacyjny kanał nawiewny i szereg kłap nawiewnych,
- wspomaganie działań ratowniczo – gaśniczych,
- wytworzenia nadciśnienia w nawie nieobjętej pożarem służącej jako nawa ewakuacyjna w celu przeciwdziałania przedostawania się dymu do jej wnętrza.

Należy podkreślić, że system wentylacji został zwymiarowany w taki sposób, by zapewnić bezpieczne warunki w tunelu w każdym ze scenariuszy pożarowych przy zakładanej mocy pożaru **100 MW**. W wyniku przeprowadzanych analiz wydajność systemu wyciągowego wyznaczono równą **400 m<sup>3</sup>/s**. Przyjęcie takiej wydajności systemu uwzględnia rezerwę na ewentualne awarie wentylatorów lub ich planowe wyłączenie w celach prac konserwatorskich.

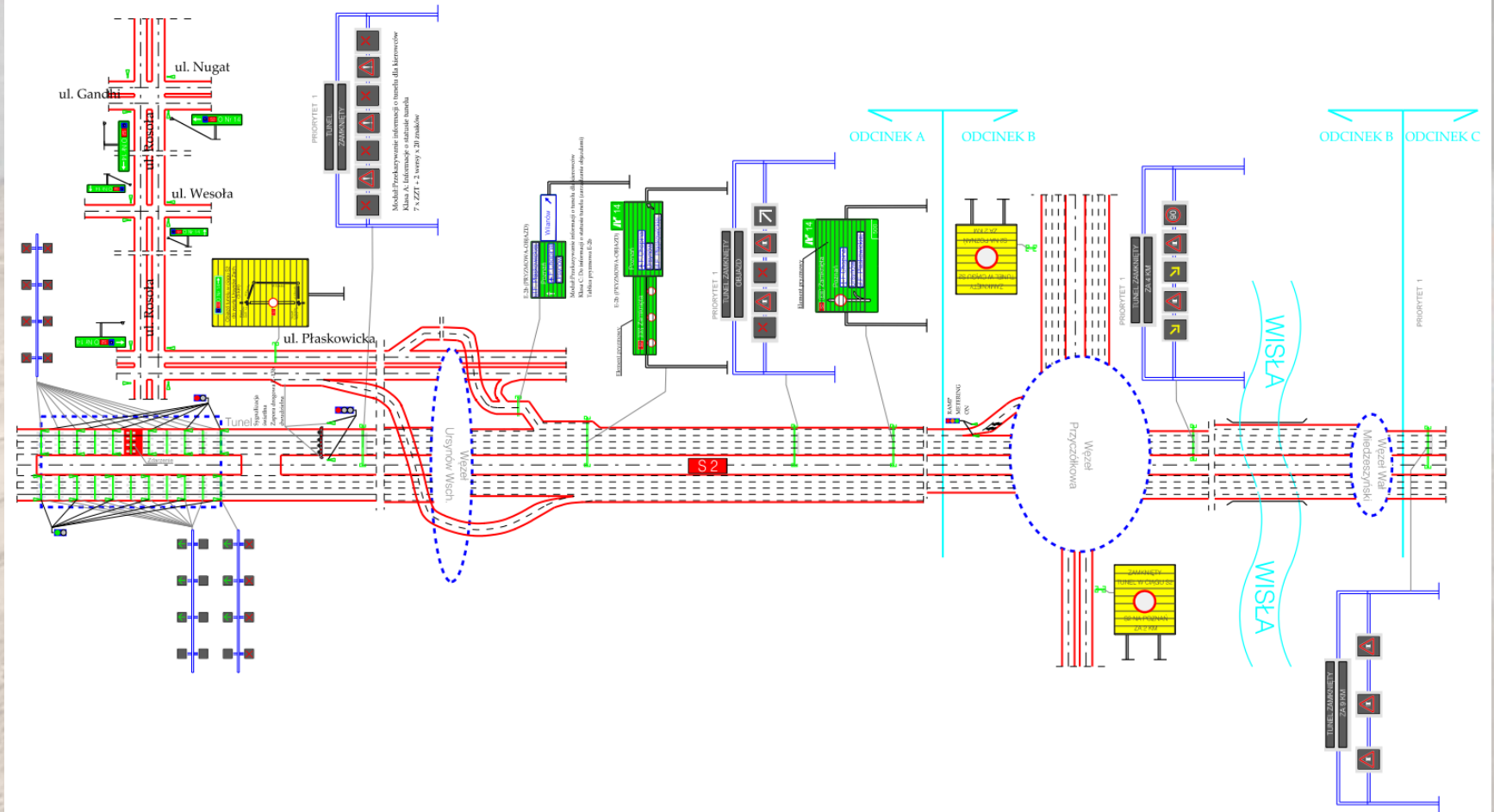
## System zarządzania ruchem

Na powierzchni terenu w rejonie portalu zachodniego zlokalizowany będzie budynek Centrum Zarządzania Tunelem (CZT). Budynek będzie umożliwiał zdalne sterowanie wszystkimi systemami wyposażenia tunelu oraz będzie miejscem pracy dla służb jego utrzymania. Tunel będzie wyposażony w System Zarządzania Ruchem składający się z modułów: detekcji, nadzoru i sterowania ruchem w obrębie samego tunelu jak i na obszarze oddziaływania tunelu. Budynek CZT zostanie połączone z miejskim systemem sterowania ruchem oraz wdrażanym obecnie przez GDDKiA, Krajowym Systemem Sterowania Ruchem, którego centralna dyspozytornia zostanie ulokowana w dodatkowej kondygnacji budynku CZT. W ten sposób zostanie stworzony spójny system pozwalający na efektywne sterowanie ruchem w obszarze warszawskiego węzła drogowego, którego newralgicznym elementem będzie tunel POW i od którego przejezdności będzie zależała płynność ruchu w dużej części województwa mazowieckiego na jego głównych ciągach komunikacyjnych.

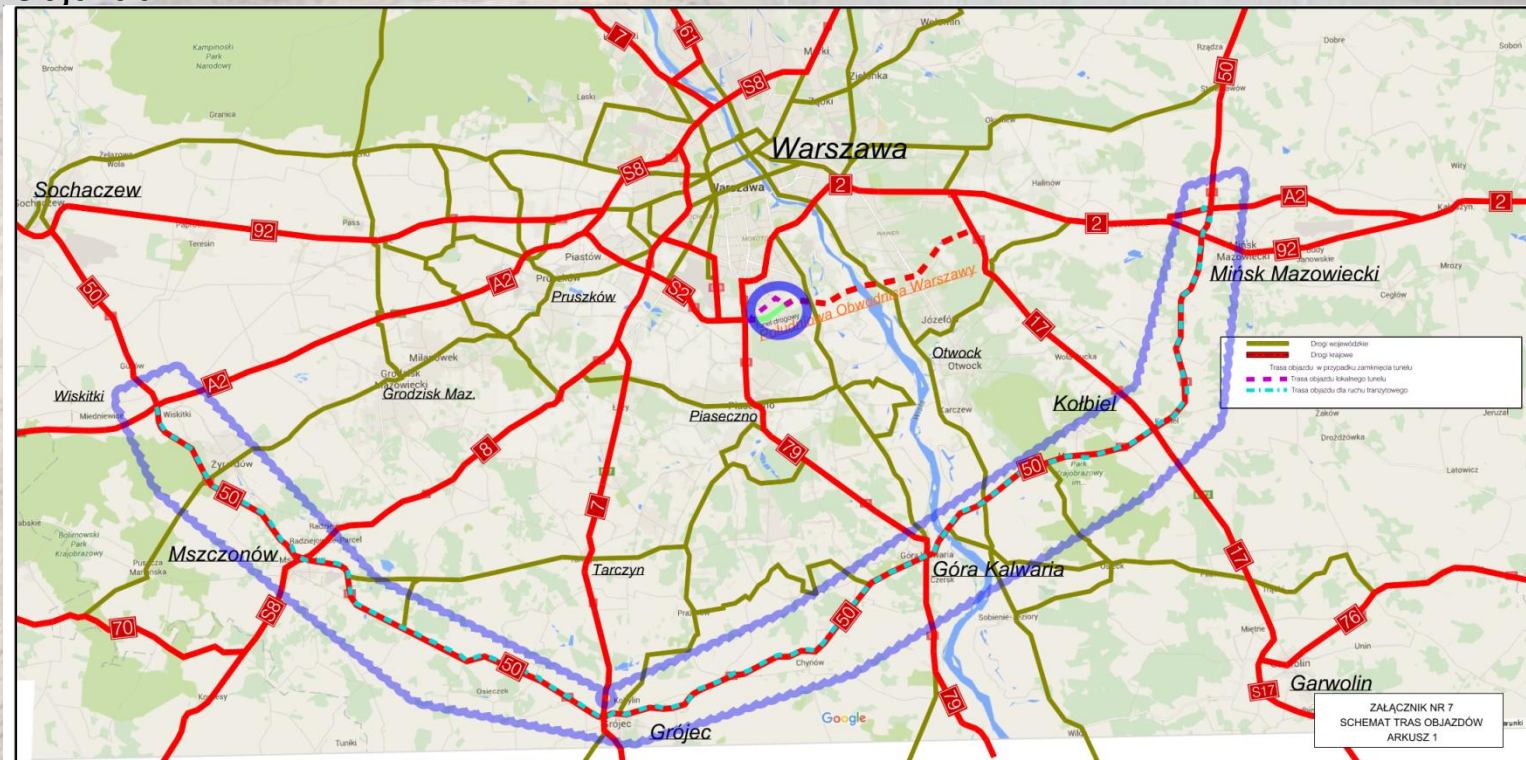




W ramach kontraktu zadania „A” zaprojektowano system zarządzania ruchem na całym budowanym odcinku POW, również na zadania „B” i „C”. Zostały opracowane scenariusze dla różnych zdarzeń w tunelu od zamknięcia pojedynczego pasa ruchu do całkowitego zamknięcia tunelu w obydwu kierunkach i skierowania pojazdów na trasy objazdowe.

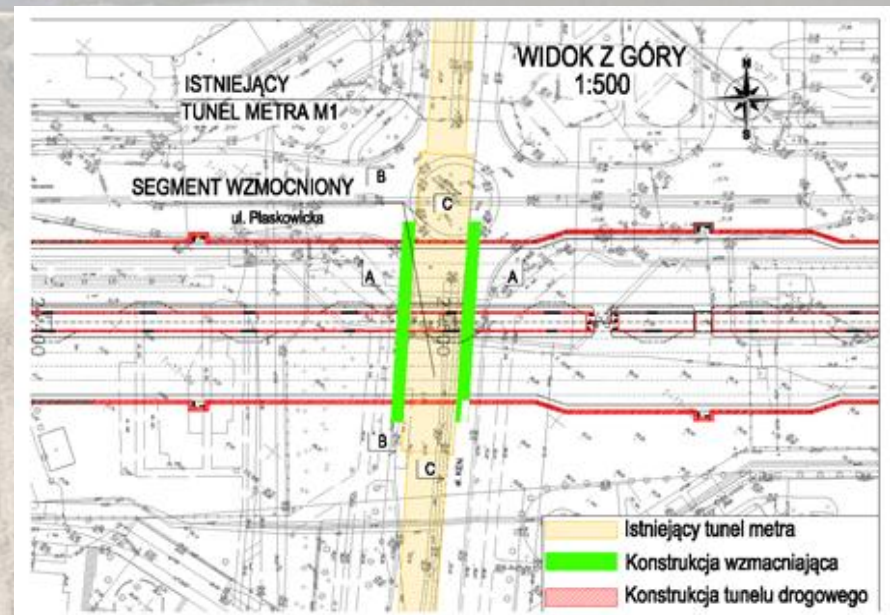
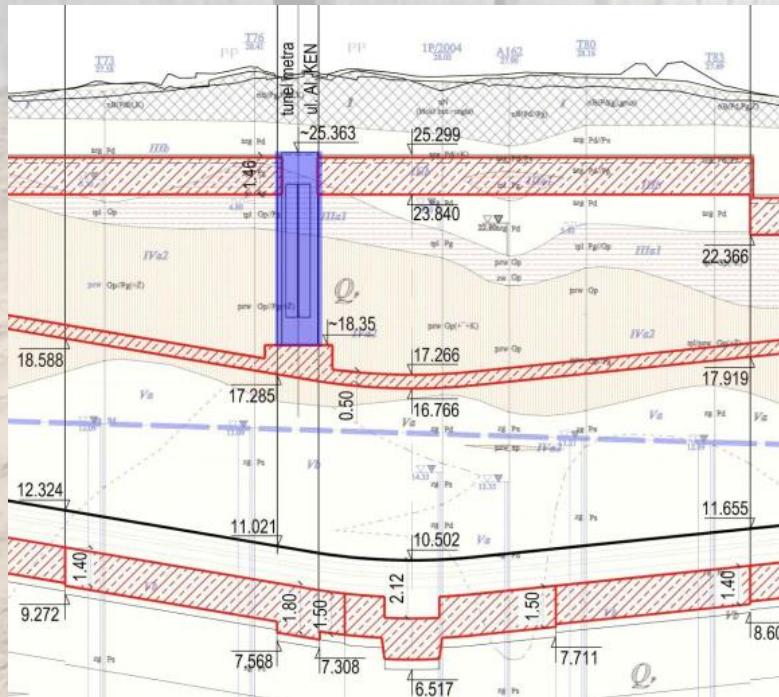


Obszar oddziaływania został określony na odległość do 50 km od tunelu. Związane jest to z wyznaczeniem dwóch tras objazdowych: duży objazd tranzytowy realizowany wzdłuż drogi krajowej DK 50, mały objazd lokalny w obrębie ulic miejskich. Organizacja ruchu na obydwu tych objazdach została zaprojektowana jako uruchamiana zdalnie poprzez 68 modułów wdrożeniowych ze znakami zmiennej treści zlokalizowanymi na wszystkich węzłach z drogami krajowymi (duży objazd) i wszystkich skrzyżowaniach (objazd miejski). W obrębie miasta zaprojektowano również koordynację kilkunastu sygnalizacji świetlnych dając priorytet przejazdu wzdłuż objazdu.



## Szczególne uwarunkowania wynikające z lokalizacji tunelu w obszarze miejskim - kolizje

Realizacja płytkich tuneli miejskich wiąże się z szeregiem zagadnień koniecznych do rozwiązania, które nie występują przy tunelach głębokich realizowanych poza obszarami zurbanizowanymi. Główną trudnością jest występowanie kolizji z siecią uzbrojenia tunelu. Szczególną „kolizją” występująca na trasie projektowanego tunelu była konieczność wykonania skrzyżowania z tunelem warszawskiego metra linii M1 na odcinku szlakowym B3.



Podstawowym warunkiem było zachowanie ciągłości ruchu pociągów metra przez cały czas realizacji robót. Miasto nie dopuszczało możliwości nawet okresowego wstrzymania bądź ograniczenia ruchu w tunelu.

## II Polskie Forum Tunelowe

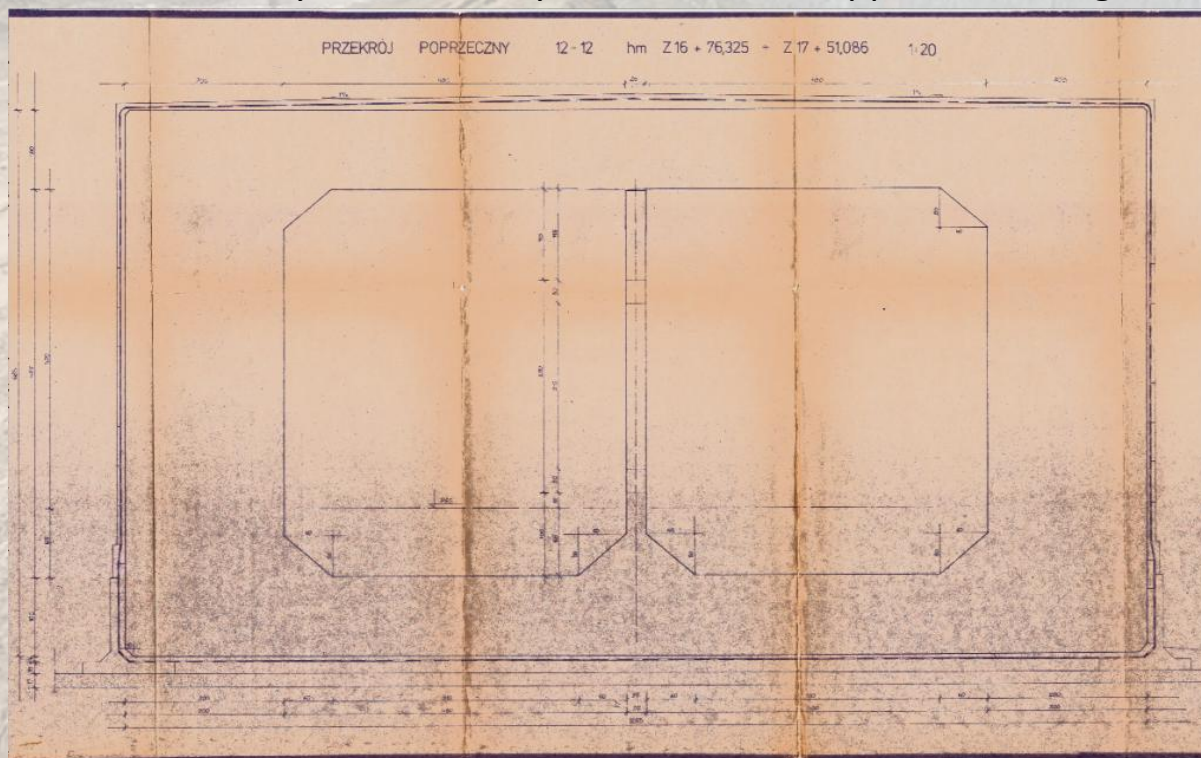
Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa

Konstrukcja tunelu była projektowana przy założeniu wykonania dwunawowego tunelu autostrady E-8 o dwóch pasach ruchu. W tym celu wykonano dwa segmenty tunelu metra wzmocnione. Zakładano wówczas, że konstrukcja tunelu metra oparta będzie bezpośrednio na ścianach dwunawowego tunelu drogowego o rozstawie w świetle 15,6 m. Tunel metra dostosowano do takich założeń. Segmenty wzmocniono poprzez wykonanie ich na długości 75,36 m jako żelbetowej, monolitycznej skrzynie dwunawowej o ścianach zewnętrznych grubości 2,0 m. Segmenty rozdzielono skośną dylatacją pionową dostosowaną do przewidywanej osi tunelu drogowego i lokalizacji jego ściany środkowej. Długość i masę segmentów dobrano przy założeniu ich jednostronnego podkopania i pracy jako wsporników. Głębokość posadowienia tunelu metra na tym odcinku wynosi około 9,5 m ppt a nadkład gruntu wynosi ok. 3,0 m



Obecnie nie wszystkie przyjęte ówczasnie założenia mają potwierdzenie w projekcie realizowanego tunelu. Lokalizacja osi trasy POW została przesunięta o około 3,6 m na południe w stosunku do założeń pierwotnych. Dodatkowo zwiększeniu uległa szerokość projektowanej trasy do 4 pasów ruchu i ilość naw tunelu. Zbrojenie segmentów wzmocnionych nie pozwala na wykonie szerszego tunelu. Dodatkowo w trakcie wizji lokalnej w tunelu metra zinwentaryzowano liczne zarysowania jego konstrukcji. Pomimo, iż rysy mają charakter technologiczny, skurczowy i powstały na etapie realizacji konstrukcji, to w wyniku zarysowania integralność i sztywność konstrukcji betonowej uległa osłabieniu.



## II Polskie Forum Tunelowe

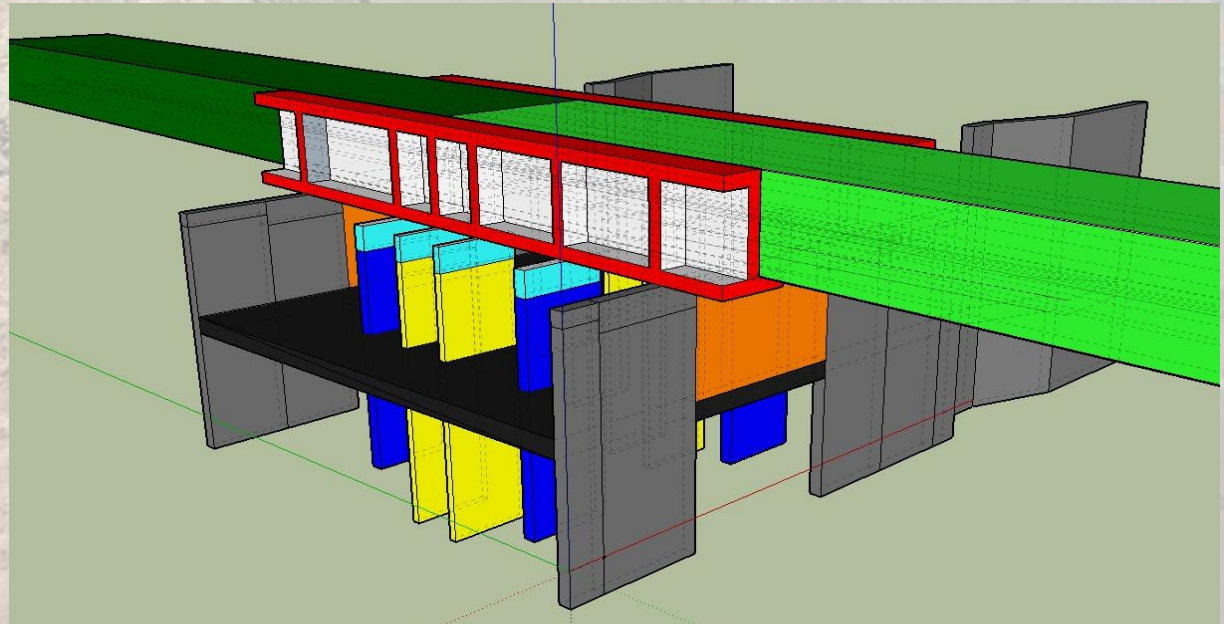
Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa

W związku z powyższymi okolicznościami, Projektant zaproponował wykonanie belek transferowych, zespolonych z istniejącymi segmentami wzmocnionymi i opartymi na ścianach szczelinowych obudowy tunelu drogowego. Taka połączona struktura umożliwiła wykonanie szerszego tunelu drogowego przy zachowaniu reżimów użytkowych postawionych przez Metro Warszawskie. Biorąc pod uwagę rolę metra w systemie komunikacyjnym miasta i ewentualne konsekwencje zaburzeń w jego funkcjonowaniu, Wykonawca i Inwestor zaakceptowali zaproponowane rozwiązanie jako właściwe. Zmiana rozwiązania skutkowałą koniecznością przeprowadzenia dodatkowych zewnętrznych, niezależnych analiz, o które wnioskowało Metro Warszawskie. Analizy te dotyczyły potwierdzenia poprawności rozwiązań konstrukcyjnych, poprawności założonej współpracy z ośrodkiem gruntowym oraz analizę dynamiczną wzajemnego oddziaływania zespolonych konstrukcji pod wpływem ruchu pociągów i ruchu samochodowego. Analizy zostały wykonane odpowiednio przez Instytut Techniki Budowlanej w Warszawie, Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej i Politechnikę Turyńską. Wyniki analiz były pozytywne co ostatecznie przekonało wszystkich do słuszności podjętych decyzji.



## II Polskie Forum Tunelowe

Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa

W trakcie prowadzenia prac budowlanych prowadzony jest ciągły, automatyczny monitoring przemieszczeń zarówno tunelu metra, torowiska metra, okolicznych budynków jak i wykonanych elementów tunelu drogowego. W trakcie prowadzenia prac zaobserwowano, iż przyjęte założenia były zbyt rygorystyczne i asekuracyjne. Realizacja segmentu tunelu drogowego na przecięciu została „rozpisana” na kilkanaście etapów dla zapewnienia maksymalnej pewności zachowania stabilności wzmacnianej i podkopywanej konstrukcji na każdym z kolejnych etapów. Przyjęto założenie wykonywania małych kroków. W związku ze stwierdzoną większą sztywnością, niż zakładano w projekcie, tunelu metra, obudowy wykopu i ośrodka gruntowego, w celu zwiększenia tępa prac scalono wcześniej zakładane etapy cząstkowe w większe. Pomierzone przemieszczenia torowiska nie osiągnęły dopuszczonych przez Metro Warszawskie wartości a pociągi kursują bez żadnych utrudnień i ograniczeń.



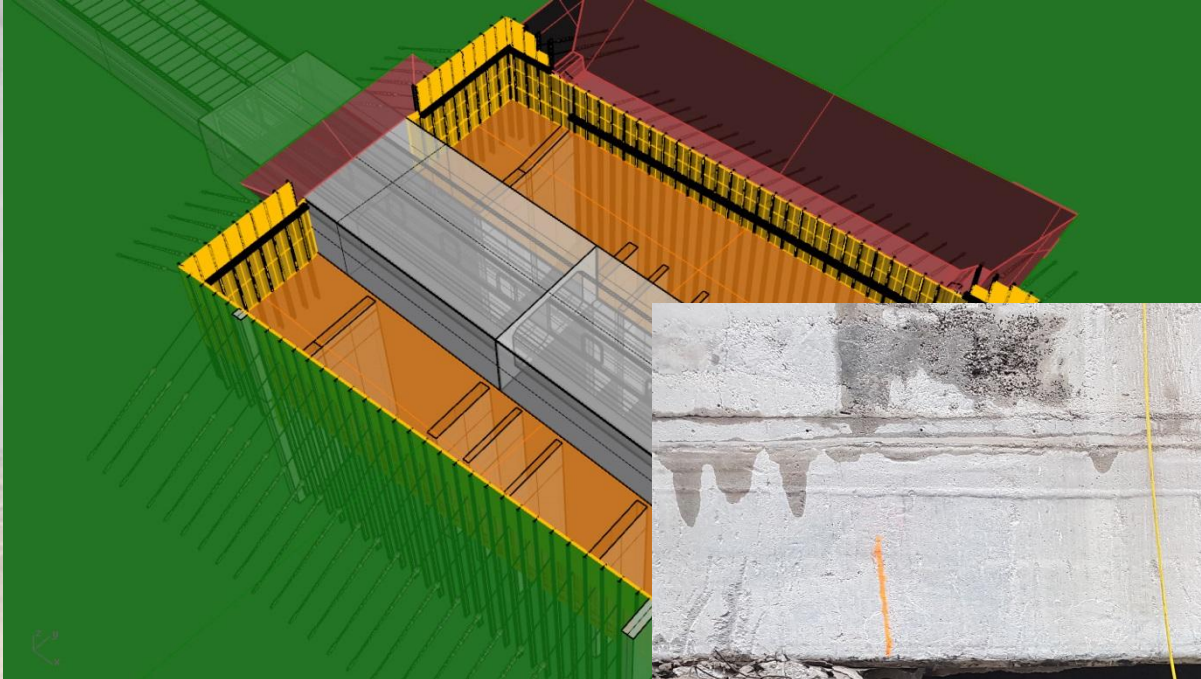
II Polskie Forum Tunelowe  
Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa

Odkopanie tunelu metra





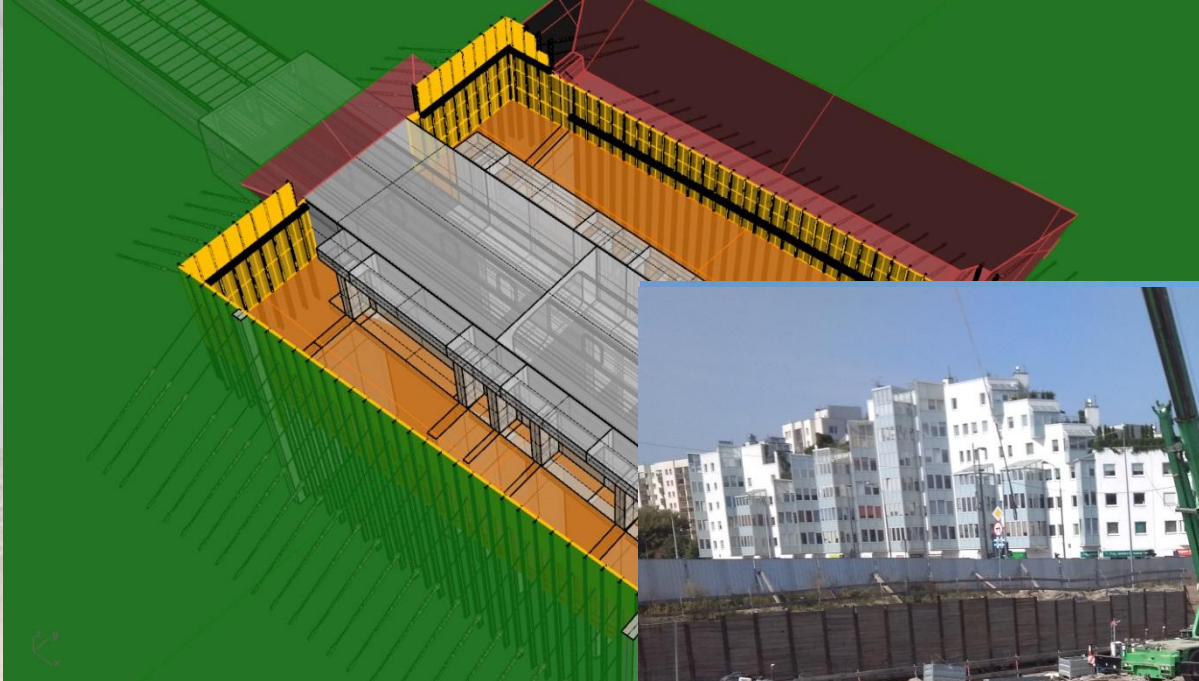
II Polskie Forum Tunelowe  
Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa

Wykonywanie kolejnych  
segmentów belek  
transwerowych wraz z  
zespoleciem konstrukcji



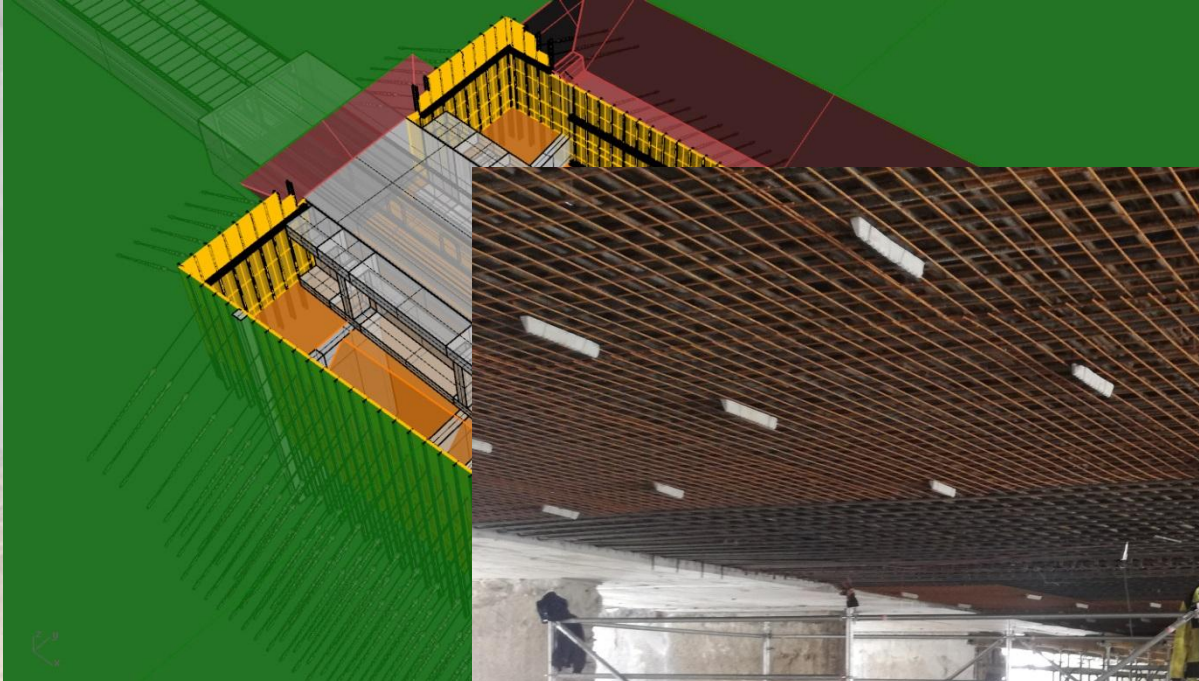
II Polskie Forum Tunelowe  
Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa

Podkopianie tunelu metra  
oraz zabezpieczenie  
ścian wykopu



II Polskie Forum Tunelowe  
Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa

Wykonanie segmentu  
tunelu drogowego pod  
tunelem metra



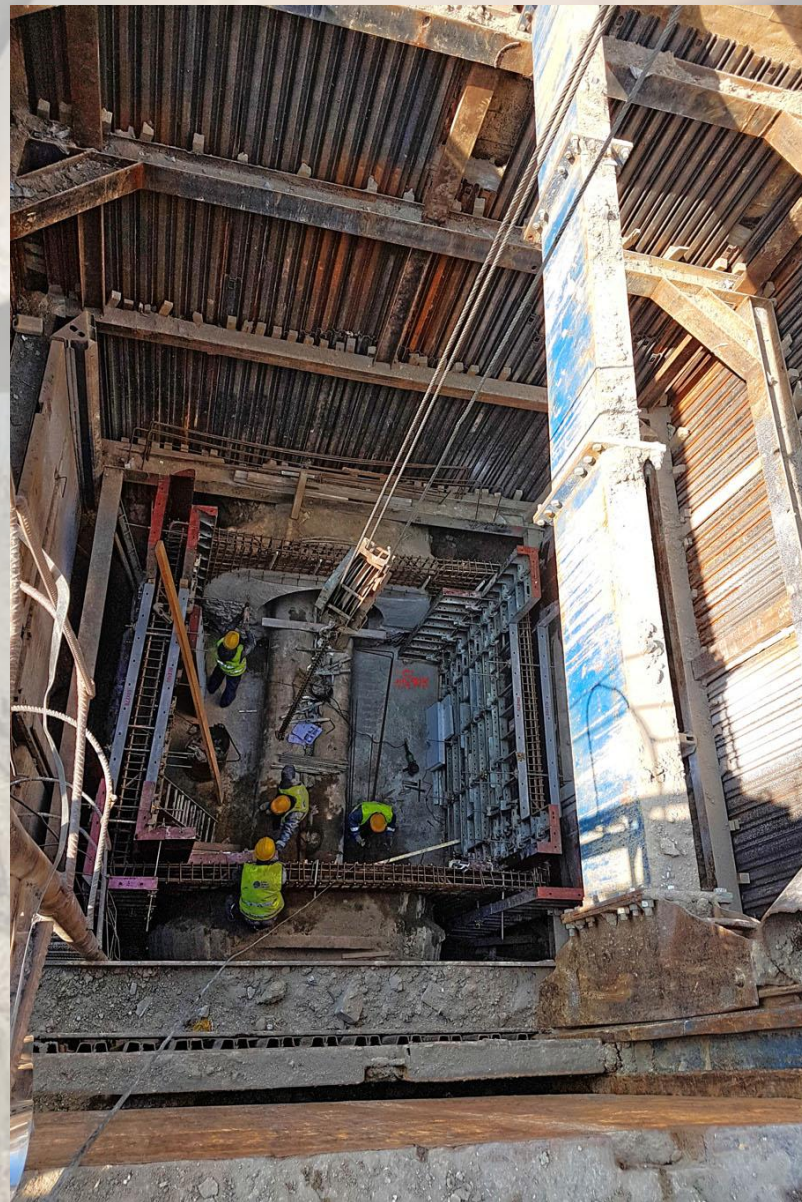
## II Polskie Forum Tunelowe Wrocław 21-22 stycznia 2020

Poza kolizją z tunelem metra w celu realizacji tunelu usuniętych została kilkadziesiąt kolizji z siecią uzbrojenia terenu. W miejscu budowanego tunelu zlokalizowana była miejska sieć uzbrojenia terenu: telekomunikacyjna, ciepłownicza, kanalizacyjna sanitarna, kanalizacyjna odwodnienia ulic, elektroenergetyczna, gazowa, wodociągowa, oświetlenie uliczne, sygnalizacje drogowe. Cała sieć kolidująca z budową tunelu została przebudowana w ramach inwestycji.



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa



Ze względu na wymogi technologiczne sieci i ilość dostępnego terenu, część sieci kanalizacji deszczowej i sanitarnej zostanie przeprowadzona przez konstrukcję tunelu w przestrzeni pustek technologicznych pomiędzy stropem zasadniczym a pośrednim w sekcjach 1 i 2. Wszystkie te przewody zostaną umieszczone w szczelnych rurach osłonowych, zamocowanych w ścianach zewnętrznych tunelu za pośrednictwem kołnierzy uszczelniających.



## II Polskie Forum Tunelowe Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa

Projekt tunelu w ciągu POW był ówczesnie najbardziej złożoną technicznie jak i formalnie realizacją w kraju. Wiele z przyjętych rozwiązań nie mało wcześniej precedensu w Polsce. Opracowanie tak złożonej dokumentacji jest wynikiem współpracy wielu stron inwestycji oraz specjalistów różnych dziedzin. Poza personelem Transprojektu-Warszawa w proces projektowania zaangażowani byli pracownicy Astaldi, firm projektowych m.in.: MDR-Projekt, Archi 5, Imgeco (Włochy).



## II Polskie Forum Tunelowe

Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa

Na podstawie zebranych doświadczeń należy stwierdzić, iż przy projektowaniu tuneli miejskich większym problemem niż samo rozwiązanie zagadnień konstrukcyjno-gruntowych jest takie zaplanowanie inwestycji aby jej realizacja nie wywołała nieakceptowalnych utrudnień na etapie realizacji oraz zapewniało na etapie eksploatacji bezpieczeństwo zarówno uczestników ruchu jak i okolicznych mieszkańców. Dotyczy to zarówno etapu realizacji prac budowlanych jak i późniejszej eksploatacji. Przyjęte założenia i rozwiązania na etapie projektowania mogą skutkować późniejszymi konsekwencjami np. w sposobie możliwego zagospodarowania terenu nad wykonanym tunelem.

*phot. internet*



II Polskie Forum Tunelowe  
Wrocław 21-22 stycznia 2020



BIURO PROJEKTOWO-BADAWCZE DRÓG I MOSTÓW Sp. z o.o.

Transprojekt-Warszawa

**DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ**