



foto: Michał Braszczynski

# Wyjątkowa estakada na miejskiej autostradzie

Przeglądając się dużym inwestycjom drogowo-mostowym w naszym kraju, dziś wraz z panem Andrzejem Szostakiem z firmy KPRM Skanska zapraszam Czytelników do Katowic, gdzie powstaje estakada o długości 600 metrów. Ten najpoważniejszy obiekt inżynierski w ciągu Drogowej Trasy Średnicowej, najdłuższy na Śląsku, zajmuje ważne miejsce wśród inwestycji komunikacyjnych w kraju.

## DTŚ

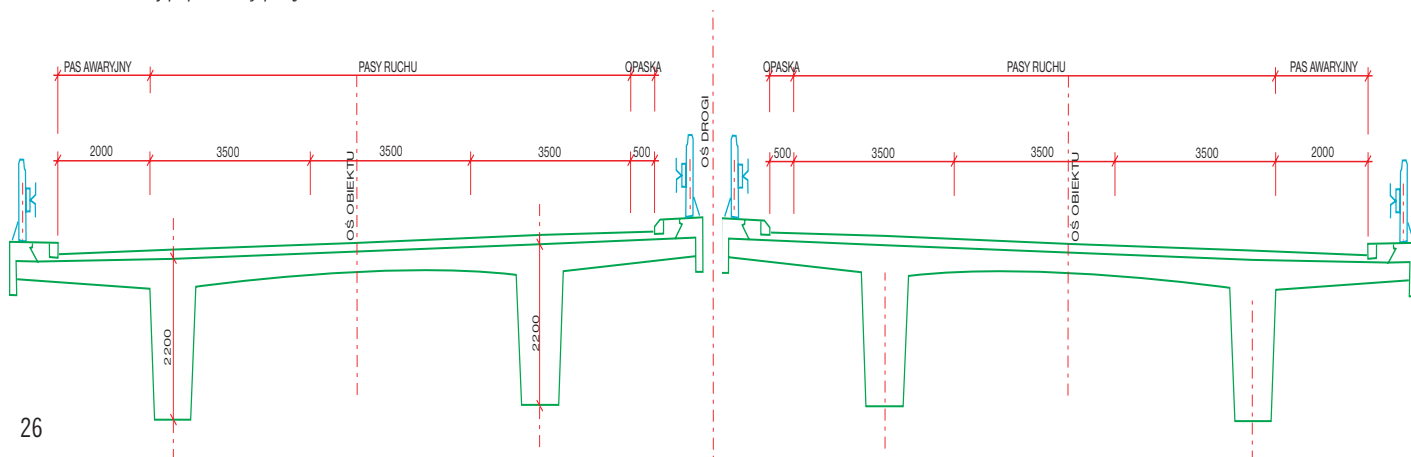
Plany budowy Drogowej Trasy Średnicowej pojawiły się ćwierć wieku temu. W latach osiemdziesiątych podjęto pierwsze prace związane z jej budową, jednak na dobre inwestycja ruszyła dopiero w roku 1998, kiedy to rząd zaciągnął kredyt w EBI. Cała trasa z Katowic do Gliwic powinna być gotowa w 2008 roku i ma kosztować ponad 2 mld PLN. Wydatek ten jednak opłaci się, gdyż ta tzw. miejska autostrada skróci o trzy czwarte czas jazdy z Katowic do Gliwic. Ponadto, jak wyliczyli eksperci, obniży zużycie paliwa o połowę, co też zmniejszy o tyle samo zanieczyszczenie powietrza. Znacznie również poprawi bezpieczeństwo jazdy przez Śląsk; szacuje się, że liczba wypadków zmaleje o ok. 80%. Ta jedna z najpoważniejszych

inwestycji drogowych w aglomeracji górnośląskiej, łącząc w sumie sześć śląskich miast, w znacznym stopniu ułatwi komunikację w tym silnie zurbanizowanym rejonie naszego kraju.

## Estakada

Budowa estakady jest jednym z etapów realizacji całego przedsięwzięcia. Jej historia rozpoczęła się jesienią 2000 roku, kiedy to zamawiający – DTŚ SA Katowice, działający w imieniu Urzędu Marszałkowskiego Województwa Śląskiego ogłosił przetarg na projekt i budowę („pod klucz”) tego obiektu. Na tym etapie należało zamawiającego zapewnić, że budowa estakady z uwagi na potrzeby technologiczne nie zaburzy komunikacji w śródmieściu Katowic

Przekrój poprzeczny przęsła wiaduktu



i nie będzie wymagała dodatkowego zajęcia terenu niż zakładano w opracowanej wcześniej koncepcji. Zamawiający wybrał Kieleckie Przedsiębiorstwo Robót Mostowych Skanska SA Oddział Skoczów na generalnego wykonawcę zadania, ponieważ oferta tej firmy spełniała oczekiwania w zakresie: zakładanej technologii realizacji, dotrzymania 30-miesięcznego terminu realizacji za kwotę 47 mln zł oraz z uwagi na wysokie notowania firmy na rynku budownictwa mostowego. KPRM istnieje na tym rynku od ponad 50 lat. W przedsiębiorstwie funkcjonuje certyfikowany przez TÜV Rheinland system zarządzania jakością i ochroną środowiska zgodny z normami ISO 9002 i ISO 14001. Z perspektywy czasu widać, że dobrym pomysłem było powierzenie jednej firmie realizowania inwestycji od projektu budowlanego, uzyskania pozwolenia na budowę, poprzez wykonawstwo do przekazania w użytkowanie. Prace projektowe i etap przygotowania kontraktu rozpoczęły się w styczniu 2001 r. Faktyczne wejście na plac budowy miało miejsce po uprawomocnieniu się pozwolenia na budowę w dniu 2 lipca 2001 roku. Równoległe z realizacją podpór przystąpiono do prac przy budowie konstrukcji nośnej estakady. Roboty te rozpoczęły się w lutym br. Obecnie, czyli po siedmimiesięcznym okresie, zrealizowana została jedna z nitek obiektu. Ostateczny termin zakończenia całego zadania planowany jest w czerwcu 2003 r., kiedy to nastąpi dopuszczenie estakady do eksploatacji. Jednakże sama konstrukcja ukończona zostanie w miesiącach zimowych – na przełomie lutego i marca przyszłego roku.

Zakres zadania obejmuje wykonanie dwóch niezależnych nitek estakady po ok. 600 m długości każda oraz przebudowę linii ŚN i NN, wodociągu 90, 400 i 600 mm, teletechniki, budowę oświetlenia i odwodnienia obiektu mostowego, wykonanie włączy do istniejącego układu drogowego, organizacji ruchu docelowej i na czas budowy ze skoordynowaniem z sąsiadującymi przebudowami układów. Estakada wyniesiona jest w najwyższym miejscu ponad teren na wysokość 7,0 m i wije się wstęgą w kształcie litery S łącząc oddany już do eksploatacji odcinek DTŚ (mający swój koniec na ul. Brackiej) z jej przedłużeniem w ul. Chorzowskiej na wysokości kościoła w Dębnie.

#### **Wymiary – czyli to, co decyduje o wyglądzie**

Szerokość każdej z nitek dostosowana jest dla 3 pasów ruchu po

3,5 m, 2,0 m pasa awaryjnego, oraz opaski 0,5 m (tj. 15,12 m szerokości). Szerokość całego obiektu wynosi 31,12 m (2 x 15,12 m + 0,88 m dylatacji między nitkami). Spadki poprzeczne są zmienne od -5% do +5%. Rozpiętości przęsł zdeterminowane są przez przeszkody; nie są wprawdzie rekordowej długości, gdyż maksymalnie wahają się od 22 do 44 m na obiekcie północnym i od 30 do 44 m na południowym. Oczywiście sprawą jest, że rozpiętość przęsł dyktuje, jaka będzie ich wysokość konstrukcyjna, a tym samym jak budowana estakada wkomponuje się w krajobraz. A obecnie obserwując jej kształt na półmetku można oczekiwać, że wizualny odbiór wypadnie pomyślnie.

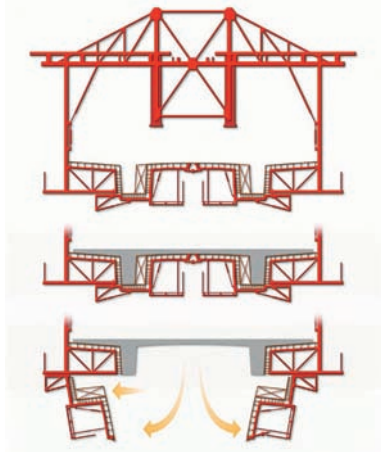
Estakadę zaprojektowano jako ustrój ciągły, z betonu sprężonego, szesnastoprzęsłowy o stałym przekroju dwubelkowym, belkach monolitycznie powiązanych z płytą pomostu. Wysokość konstrukcyjna belek (łącznie z płytą) wynosi 2,20 m, ich rozstaw poprzeczny – 8,00 m, szerokość od 0,80 do 1,00 m w miejscu połączenia z płytą. Płyta pomostu ma zmienną grubość od 0,45 do 0,30 m w środkowej partii pomiędzy belkami (na szerokości 3,00 m). Wsporniki zewnętrzne zaprojektowano o wysięgu 2,91 m, grubości od 0,45 do 0,25 m.

Z uwagi na przyjętą technologię budowy ustroju nośnego, dostosowanie przekroju do zmiennego spadku poprzecznego drogi jest wykorzystywane przez obrót całego przekroju poprzecznego (płyta + belki) wokół osi prowadzenia niwelety drogi.

#### **Grunt to podstawa**

Skala budowy, krótki czas realizacji, złożoność i wzajemne zależności między robotami z różnych branż wymusiły na kierownictwie kontraktu szczególnie sposób podejścia do harmonogramu robót oraz sposobu koordynowania projektu. Roboty palowe wykonywane były w technologii pali wierconych w murze osłonowej. Zmienne warunki geologiczne, trudne technologicznie grunty (wysoki poziom wody gruntowej, nawodnione piaski, kurzawki, pyły i liczne przewarstwienia) wymusiły szczególną dbałość i staranność technologiczną. Wykonawca sprawował stały nadzór nad całością. W trakcie odwierćń zapewniony był nadzór geologiczny i projektowy, co pozwalało na szybką reakcję i korektę obliczeń. Na etapie betonowania laboratorium betonów monitorowało wytwarzanie, transport i wbudowanie mieszanki. Na budowie jednocześnie pracowały dwie lub trzy





Schemat działania deskowania. Rozdeskowanie odbywa się przy pomocy urządzeń hydraulicznych

wiertnice, a w maksymalnym nasileniu prac wiercenie odbywało się równocześnie czterema wiertnicami w 24-godzinny systemie pracy. Kontrola jakości robót była prowadzona równoległe z postępowaniem prac. Zakład Fundamentowania IBDiM w Warszawie projektował i nadzorował pięć próbnich obciążeń pali i przeprowadzał badanie ciągłości. Wszystkie dały wynik pozytywny. Maksymalne obciążenie przyłożone do 4600 kN. Z uwagi na złe warunki gruntowe posadowiono estakadę na ok. 400 palach wielkośrednicowych, co skutkuje tym, że ilość betonu zużytego na wykonanie części podziemnych jest niewiele mniejsza od ilości, która zostanie wbudowana w ustrój nośny. Wykopy fundamentowe w przeważającej mierze wykonywane były w ściankach szczelnych. Głębokość wykopów wahała się od 3,0 do 7,0 m, przy zwierciadle wody na poziomie ok. 2 m.

#### Jest wyjątkowa!

Na szczególną uwagę zasługuje technologia budowy konstrukcji nośnej, a mianowicie po raz pierwszy w Polsce zastosowana metoda budowy na rusztowaniach przejezdnych. Polega ona na budowie ustroju nośnego „przešlo po prześle”, w deskowaniach podwieszonych do dźwigara rusztowaniowego, który przejeżdża nad ustrojem nośnym. Oparty jest na dwóch podporach tymczasowych, a przejazd odbywa się po wykonanym prześle; z tego też względu przęsła „startowe” musiały być wykonane na rusztowaniach stacjonarnych ustawionych na specjalnie wzmocnionym gruncie. Rozdeskowanie, nasuwanie podłużne i poprzeczne, zadeskowanie odbywa się za pomocą urządzeń hydraulicznych. Długość dźwigara wynosi łącznie z awanbkiem 86 m, jego szerokość w osiach kratownic 4,5 m, wysokość 7,0 m, a szerokość całości łącznie z portykami, do których są podwieszane deskowania ok. 18 m. Całość urządzenia waży ok. 540 ton. Z uwagi na doświadczenie w stosowaniu tej technologii od 15 lat w Europie Zachodniej projekt rusztowania opracowano w Portugalii, zaś projekt deskowania w Niemczech, konstrukcję wykonano w Hiszpanii i Niemczech, scalano i montowano w Polsce. Opisaną technologię wybrano z kilku powodów; m. in. z powodu lokalizacji inwestycji w terenie silnie uzbrojonym, gdzie ze względu na słabe grunty i urządzenia obce nie wszędzie można było stosować rusztowania stacjonarne, ponadto istniały liczne przeszkody, tj. rzeka, drogi dojazdowe, cmentarz (nad którym nitka północna estakady przechodzi aż jedną trzecią swojej szerokości), stacja paliw, stacja wysokich napięć. Dzięki tej technologii uzyskano również zwiększenie tempa realizacji ustroju nośnego.

Należy tu podkreślić, że jest to pierwsza w tej technologii realizacja w Europie obiektu tak skomplikowanego geometrycznie (przeważnie realizowano obiekty o prostej osi) – łuk pionowy 6000 m i łuki poziome 300 m, krzywe przejściowe przechodzące w prostą oraz przechyłki poprzeczne  $\pm 5\%$ . Dopracowanie technologii w ścisłym powiązaniu z projektowaniem wymagało dużego wysiłku, ale było możliwe dzięki ciągłej i dobrej współpracy projektanta i wykonawców. Zastosowane rusztowanie jest na tyle

uniwersalne, że można będzie przy jego pomocy budować kolejne obiekty mostowe zachowujące poniższe parametry: szerokość obiektu 12-18 m, długość przęsła 20-44 m, łuk pionowy dowolny, łuk poziomy min. 300 m oraz minimalna wysokość spodu konstrukcji nośnej nad terenem – 2,5 m. Dopracowanie odpowiedniego przekroju poprzecznego o powierzchni 8,5 m<sup>2</sup> oraz sprężenia, w powiązaniu z technologią budowy, dało w efekcie możliwość osiągnięcia cyklu budowy wahającego się od 7 do 9 dni dla przęsła o rozpiętości 44,0 m. W skład cyklu wchodzi: deskowanie, zbrojenie, montaż systemu sprężania, betonowanie, sprężanie, iniekcja kanałów kablowych, rozdeskowanie, nasuwanie rusztowań. Sprężenie jest realizowane przez 16 kabli (19 x 0,6”) dla każdego przęsła. W prześle mamy zawsze 10 kabli sprężanych na łącznikach i 6 przechodzących na następny segment. Łączenie kabli odbywa się wyłącznie za pomocą zakotwień łącznikowych, bez dodatkowych bosaczy. Przed sprężaniem docelowym przeprowadzono weryfikację pomiarową programu sprężania, określono na tej podstawie rzeczywiste straty siły sprężającej, stosując czujniki tensometryczne ze wzmacniaczem mikroprocesorowym po stronie biernej.

#### Beton też chce być nowoczesny

Do budowy konstrukcji nośnej użyto betonu klasy B-60. Projektowanie mieszanki zostało podporządkowane wymogom projektowym i technologii budowy na rusztowaniach przejezdnych. Zastosowano cement niskoalkaliczny, kruszywo bazaltowe, mikrokrzemionkę, napowietrznik oraz superplastyfikator na bazie zmodyfikowanych polimerów. Po projektowaniu przeprowadzono badania w skali technicznej, dopracowywano czas mieszania, dozowanie, transport i sposób wbudowania z pomiarami wytrzymałości i stopnia napowietrzenia mieszanki betonowej. Osiągnięto w efekcie beton klasy B-60, z wytrzymałością gwarantowaną 48 MPa po 44 godzinach, c/w=0,31 do 0,32 i stabilności konsystencji od 1,5 do 2 godzin, przy W-8, nasiąkliwości <4%, mrozoodporności F150. W trakcie procesu wiązania prowadzony jest monitoring temperatury betonu, a w elementach poprzecznic sprężanych zastosowano schładzanie rdzenia betonowego. Receptura mieszanki betonowej została opracowana przez Laboratorium KPRM Skanska Oddział Skoczów przy współpracy z Katedrą Procesów Budowlanych Politechniki Śląskiej.

Ścisła, dobra współpraca, stała koordynacja prac biura projektów, kierownictwa kontraktu, laboratorium betonu, dopasowanie projektu do technologii budowy dało w efekcie sprawną, szybko prowadzoną realizację tej bardzo ważnej i przez wszystkich oczekiwanej inwestycji.

**Aneta Długosz  
Andrzej Szostak**

#### Ilość betonu

pale wielkośrednicowe B-30	5 000 m <sup>3</sup>
podpory B-30/B40	4 500 m <sup>3</sup>
ustrój nośny B-60	11 000 m <sup>3</sup>

#### Strony zaangażowane w proces budowlany

Inwestor	Zarząd Województwa Śląskiego
Zamawiający i nadzór inwestorski	Drogowa Trasa Średnicowa SA w Katowicach
Wykonawca	Konsorcjum: Kieleckie Przedsiębiorstwo Robót Mostowych Skanska SA – jako lider konsorcjum, M.S.M. „Pontex” Sp. z o.o. – projektant, (przy współpracy biura Kinkel & Partner z Niemiec), Gdańskie Przedsiębiorstwo Robót Drogowych Skanska SA – jako członkowie konsorcjum, Peri Polska – wykonawca rusztowań.