



# Najwyżej położona nad gruntem estakada w Polsce już ukończona

tekst: **PAWEŁ STRAMA**, PORR SA, zdjęcia: **PORR SA**

W związku z ogromną popularnością Zakopanego prowadząca do niego z Krakowa droga krajowa nr 7, zakopianka, jest niewralgicznym punktem na mapie drogowej Polski. W 2016 r. rozpoczęto budowę nowej trasy zakopianki o parametrach drogi ekspresowej. W ramach tej inwestycji PORR SA wykonał kompleksowo budowę najdłuższego i najwyższego obiektu na trasie (nr 21).

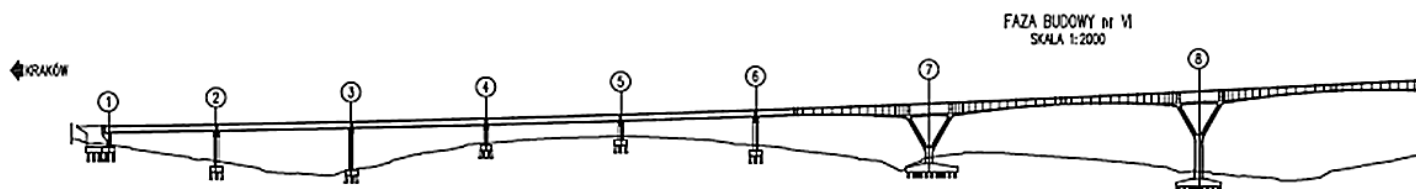
## Przeszłość

Przed wiekami trasą dzisiejszej zakopianki wiodł trakt kupiecki z Krakowa na Węgry, natomiast droga w dzisiejszym kształcie łącząca Kraków z Zakopanem była budowana od 1931 do 1939 r. W latach 60. XX w. całą jej nawierzchnię pokryto asfaltem. Wraz z rozwojem motoryzacji oraz turystyki na południu Polski trasa ta stawała się coraz bardziej zatłoczona.

Dzisiaj legendarna już zakopianka kojarzy się głównie z wielokilometrowymi korkami, które sprawiają, że podróż w Tatry przyprawia niejednego kierowcę o ból głowy.

## Nowa droga ekspresowa

W 2016 r. ruszyła budowa nowej trasy o parametrach drogi ekspresowej, która usprawni ruch między Krakowem



a Zakopanem. W najbliższym czasie odbędzie się otwarcie jednego z trzech budowanych odcinków, w realizację którego PORR SA miał znaczny wkład. Na odcinku III inwestycji firma wykonała kompleksowo obiekt nr 21. Jest to najdłuższy i najwyższy obiekt w ciągu nowo powstającej drogi ekspresowej, a także z najwyższej położoną niweletą jezdni nad poziomem terenu w Polsce.

Poza znaczną długością i wysokością obiektu naturalnymi trudnościami związanymi z jego wykonaniem był trudny górski teren, kapryśna pogoda oraz długie, mroźne i śnieżne zimy z temperaturą dochodzącą nawet do  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## Projekt

Obiekt nr 21 ma ustrój ramowo-belkowy. Ustrój niosący stanowi 12-przęsłowa belka ciągła o przekroju skrzynkowym. Konstrukcję zaprojektowano jako żelbetowo-sprężoną ze zmienną wysokością przekroju w części nawisowej (od 3,50 do 6,70 m) oraz stałą w części dojazdowej (równą 3,50 m).

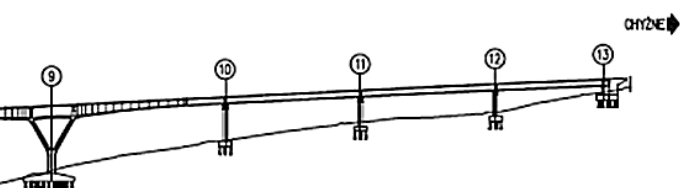
Trzy filary najdłuższych przęseł tworzą ramę w kształcie Y i zostały zamocowane na sztywno w konstrukcji niosącej. Na pozostałych filarach ustrój nośny oparty jest na łożyskach. Obciążenia do gruntu przenoszone są za pomocą masywnych fundamentów oraz pali wielkośrednicowych.

Zmienna geometria poszczególnych elementów konstrukcji oraz brak ich powtarzalności (zróżnicowane gabarytowo fundamenty, filary oraz przyczółki o różnych kształtach, zmienny kształt ustroju skrzynkowego, występujące w skrzynce bosáže oraz dewiatory trasujące sprężenie zewnętrzne) wymagały opracowania skomplikowanych technologii umożliwiających wykonanie obiektu.

## Wykonanie fundamentów oraz filarów

Obiekt posadowiony jest na masywnych fundamentach – w przypadku podpór w kształcie Y o wymiarach  $26,20 \times 15,80 \times 4\text{ m}$ , przenoszących obciążenia do gruntu za pośrednictwem 36 pali wielkośrednicowych o średnicy  $\varnothing = 1500\text{ mm}$  i długości do 22 m. W każdy z tych fundamentów wbudowano 226 t stali zbrojeniowej oraz  $1200\text{ m}^3$  betonu. W związku z ich znacznymi gabarytami po zabetonowaniu prowadzona była całodobowa kontrola przyrostu temperatury wewnątrz elementu oraz ogrzewanie eliminujące zbyt dużą różnicę temperatur pomiędzy wnętrzem i jego powierzchnią zewnętrzną.

Filary Y podzielono na trzy główne części: trzon, głowicę oraz ramiona. Trzon zabetonowano w segmentach o wysokości 5 m, stosując do tego deskowanie przestawne, zawieszone do uprzednio zabetonowanego etapu, następnie została wykonana głowica oraz ramiona. Ramiona, dzielące się na siedem segmentów, każdy o wysokości 2,20 m, wykonano w deskowaniu ślizgowym przejezdny. Deskowanie to po zabetonowaniu części ramion oraz uzyskaniu przez beton odpowiedniej nośności przejeżdżało za pomocą siłowników hydraulicznych na kolejny segment, kotwiąc się w poprzednim. W ramiona wprowadzono





również – za pomocą stalowych ściągow spinających siły poziome – redukujące momenty zginające w głowicy.

### Ustrój nośny części dojazdowych

Założono realizację kolejnych przęseł w kierunku środka obiektu. Ustrój betonowano w odcinkach o długości 70 m w dwóch etapach – podłoga ze ścianami oraz płyta górna. W obu etapach wbudowywano po 500 m<sup>3</sup> betonu. Styki montażowe pomiędzy poszczególnymi etapami znajdowały się w odległości 0,2 rozpiętości przęsła. Deskowanie stanowiła konstrukcja składająca się z deskowania płyty dolnej, wsporników, środników oraz deskowania płyty górnej. Konstrukcję oparto na rusztowaniu złożonym z 10 kratownic, rozmieszczonych w sposób zapewniający równomierne wyężenie i ugięcie całego układu podczas betonowania. Sąsiednie kratownice połączone ze sobą układem stężeń. Rusztowanie pojedynczego przęsła obiektu składało się z trzech niezależnych przęseł kratownic, swobodnie podpartych na podporach tymczasowych. Podpory tymczasowe stanowiły klatki czterorurowe, posadowione na fundamentach tymczasowych.



### Ustrój nośny części nawisowej

Następnym etapem po wykonaniu ramion filarów Y była budowa segmentów startowych dla części nawisowej. Segmenty łączące ramiona podpory betonowane były w trzech etapach: podłoga, ściany i poprzecznice, płyta górna. Konstrukcja deskowania w środku swojej rozpiętości podparta była wieżą posadowioną na głowicy filara Y pomiędzy jego ramionami. Z kolei na jej końcach podwieszona była za pomocą prętów sprężających do ramion podpory. Sumarycznie w każdy segment startowy wbudowano 700 m<sup>3</sup> betonu.

Po wykonaniu segmentu startowego zostały zmontowane przesuwne urządzenia formujące trawlers, za pomocą których wykonywane były kolejne segmenty ustroju nawisowego. Każde wahadło podzielone było na 29 segmentów łącznie





z segmentem startowym i wykonywane w parach: 2, 3–4, 4–5, 5–6, ..., 27–28, 29. Kolejność betonowania determinowała wykonanie odciągów z kabli sprężających, wprowadzających w wahadło siłę poziomą, zapewniając dzięki temu zachowanie globalnej stateczności konstrukcji. Metoda ta wymagała stałej kontroli geodezyjnej oraz analizy projektanta dotyczącej zachowania konstrukcji pod kątem jej ugięć. Projektant na bieżąco porównywał ugięcia rzeczywiste z projektowanymi i w razie potrzeby aktualizował projekt, dając nowe wytyczne.

Ostatnim etapem wykonywania ustrojów nośnych było betonowanie zworników, czyli segmentów łączących poszczególne wahadła między sobą, a także części dojazdowe. Opracowano technologię oraz wykonano konstrukcję stalową stabilizującą wsporniki wahadeł i części dojazdowych wraz z blokadą przemieszczeń poziomych, wywołanych wpływem temperatury na masywne elementy betonowe. Konstrukcja ta została dobrana w taki sposób, aby zablokować przemieszczenia obu końców zwornika w wyniku zmiany temperatury 0/-20 °C. Przy odpowiedniej, zgodnej z założeniami projektowymi temperaturze betonu dokonywano blokad fragmentów konstrukcji łączonych ze sobą danym zwornikiem. Blokadę instalowano przez wprowadzenie sił w pręty sprężające, które miały za zadanie uruchomić poziomą siłę tarcia, blokującą przemieszczenia łączonych elementów.

### Prace wykończeniowe

Po wykonaniu całego ustroju nośnego przystąpiono do prac wykończeniowych. Zostały wykonane kapy chodnikowe, bariery mostowe, ekrany antyolśnieniowe, ułożono izolację z papy termozgrzewalnej na płycie pomostowej oraz warstwy nawierzchni wraz z odwodnieniem. Na koniec z powodzeniem przeprowadzono dynamiczne i statyczne próby obciążeniowe.

### Podsumowanie

Pomimo skomplikowanej konstrukcji obiektu, trudnego terenu oraz kapryśnej górskiej pogody firma sukcesem zakończyła kontrakt w lipcu 2019 r. Sukces ten był możliwy dzięki doświadczeniu, wiedzy oraz dużemu zaangażowaniu wszystkich uczestników procesu budowlanego.





**Inteligentne  
budowanie  
łączy ludzi.**

Budowanie z serca i umysłu. Każdy projekt jest inny - musi być zaplanowany i wykonany indywidualnie. Od wiedzy i zaangażowania każdego człowieka zależy sukces projektu. Od dziesięcioleci za PORR stoją najwyższe kompetencje we wszystkich dziedzinach budownictwa - ponieważ wiedza, zaangażowanie i dobra współpraca zawsze się opłaca. [porr-group.com](https://www.porr-group.com)

powered by

**PORR**