

Technologie budowy obiektów z blach falistych od małych do dużych rozpiętości

tekst: mgr inż. PIOTR TOMALA, mgr inż. BARBARA BEDNAREK, mgr inż. MACIEJ WĘGRZYNOWSKI,
ViaCon Polska Sp. z o.o., zdjęcia: VIACON POLSKA SP. Z O.O.

W artykule dokonano przeglądu metod wznoszenia obiektów ze stalowych blach falistych współpracujących z otaczającą je zasypką gruntową. Kiedy w 1996 r. technologia ta pojawiła się w Polsce, konstrukcje tego typu stosowano głównie jako przepusty. Z uwagi na relatywnie niewielki ciężar były łatwe i szybkie w budowie. Znalazły szereg zastosowań, zwłaszcza przy likwidacji szkód powodziowych w 1997 r. Z upływem lat zwiększały się rozpiętości, a w związku z tym zmieniły się również metody budowy. Poszczególne techniki wznoszenia konstrukcji podatnych omówiono z odwołaniem się do przykładów.

Podróż w czasie

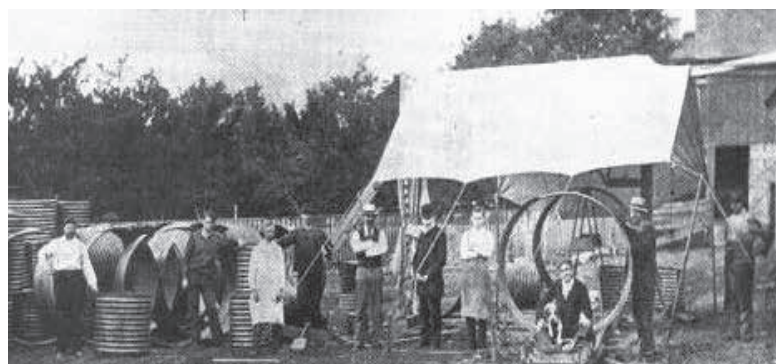
Wszystko zaczęło się w 1896 r., kiedy w amerykańskim stanie Indiana James H. Watson opatentował rurę metalową z blachy falistej. Produkcje ruszyła w tym samym roku. W Ameryce Północnej (USA, Kanada) konstrukcje tego typu zaczęto stosować powszechnie od końca XIX w.

Źródła [1] podają, że w 1875 r. rurę spiralnie nawijaną wyprodukowali również Rosjanie. W latach 1887–1914 zbudowano w Rosji ponad 62 400 m przepustów w liczbie ok. 5000 sztuk. W tych samych materiałach źródłowych znajdujemy również informację, że w Zakładach Metalowych w Pruszkowie koło Warszawy produkowano rury z blachy falistej w 1900 r. Już wtedy prognozowano czas eksploatacji na ok. 60–80 lat. Badania przeprowadzone przez Rosjan w latach 90. XX w. wykazały, że większość z konstrukcji na sieci dróg była jeszcze eksploatowana.

W Europie konstrukcje ze stalowych blach falistych były stosowane już przed II wojną światową (Szwecja), jednakże największy ich rozwój nastąpił po wojnie w związku z wprowadzeniem planu szybkiej odbudowy (Plan Marshalla) [2].

W Polsce konstrukcje podatne pojawiły się w latach 70. XX w. Zostały sprowadzone ze Szwecji w celu przeprowadzenia badań. Wykonano je na poligonie wojskowym w Bornem Sulinowie. Na początku lat 90. XX w. wdrożono do eksploatacji na sieci dróg krajowych konstrukcje pochodzące z Włoch. Od tego czasu nastąpił gwałtowny wzrost ich zastosowań na sieci zarówno dróg kołowych, jak i żelaznych na terenie naszego kraju.

Od początku XXI w. konstrukcje z blach falistych przeżywają w Europie prawdziwe odrodzenie. Wpływ na to miało zapewne pojawienie się nowych typów karbowania, udoskonalenie ochrony antykorozyjnej, jak również rozpowszechnienie wiedzy dotyczącej projektowania i technologii ich wznoszenia. Rozwój wymagał prac badawczych, a te natomiast potwierdzały drzemiące w konstrukcjach podatnych rezerwy nośności.

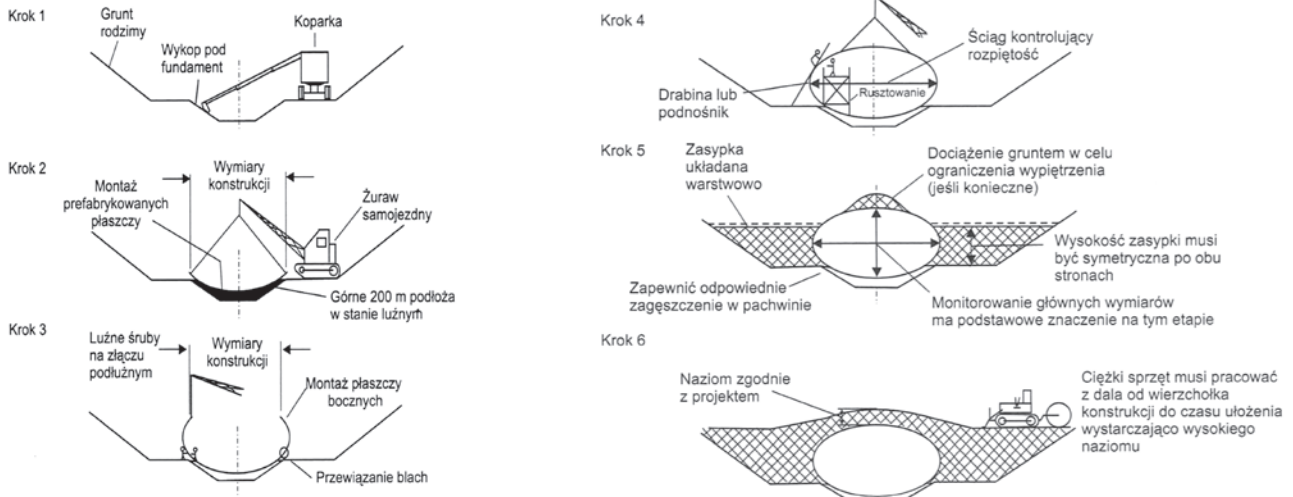


Ryc. 1. Pionierzy konstrukcji podatnych, Crawfordville (Indiana, USA), 1886

Montaż powłok stalowych

Montaż powłok ze stalowych blach falistych nie jest procesem skomplikowanym, jednakże należy przestrzegać ustalonych zasad postępowania. Szczególnie dotyczy to konstrukcji skręcanych za pomocą łączników śrubowych. W przypadku karbowanych rur spiralnych procedury montażowe są bardzo proste i wymagają jedynie połączenia ze sobą ułożonych wcześniej w wykopie odcinków rur przy użyciu złączek opaskowych. W związku z tym w dalszej części artykułu zostaną przedstawione sposoby montażu konstrukcji z blach falistych połączonych ze sobą za pomocą łączników śrubowych. O wyborze sposobu montażu bardzo często decydują warunki terenowe, ograniczenia technologiczne czy też wymagany przez inwestora czas montażu. Na rycinie 2 pokazano schemat montażu konstrukcji z blach falistych. W praktyce wyróżnia się kilka podstawowych sposobów montażu tego typu konstrukcji. Należą do nich:

- montaż sekwencyjny, tzw. metoda płaszcz po płaszczu,
- metoda częściowej prefabrykacji,
- metoda całkowitej prefabrykacji,



Ryc. 2. Schemat montażu konstrukcji z blach falistych

▪ montaż mieszany, zwany hybrydowym, będący połączeniem co najmniej dwóch wyżej wymienionych sposobów montażu. Montaż sekwencyjny (ryc. 3) polega na montowaniu kolejnych arkuszy blach zgodnie z kierunkiem montażu określonym przez producenta na rysunku montażowym (ryc. 4). Charakteryzuje go to, że montaż kolejnego arkusza następuje po zakończeniu montażu arkusza poprzedzającego. Jest to najczęściej stosowana technika montażu dla konstrukcji o niewielkich rozpiętościach.

Montaż z częściową prefabrykacją elementów polega na wcześniejszym połączeniu kilku elementów w jedną całość, którą następnie przenosi się w miejsce docelowe, scalając z zainstalowanymi już elementami. Prefabrykacja dotyczy głównie elementów powtarzalnych, składających się z co najmniej dwóch arkuszy blach. Ten sposób montażu stosuje się zwłaszcza w konstrukcjach łukowych opartych na podporach, a także w konstrukcjach o profilu zamkniętym podczas montażu ich górnych części. Częściową prefabrykację (ryc. 5) stosujemy również w przypadku krótkiego czasu realizacji, szczególnie w inwestycjach kolejowych, gdzie okresy zamknięć linii są bardzo restrykcyjne, a przy tym bardzo drogie.

Montaż z pełną prefabrykacją (ryc. 6) polega na zmontowaniu całej konstrukcji przed wstawieniem jej w miejsce w budowania. Montaż ten jest najczęściej stosowany w przypadku konstrukcji o niewielkich gabarytach (rozpiętość oraz długość) oraz obiektów przebudowywanych lub wzmacnianych metodą tzw. reliningu.

Montaż mieszany (hybrydowy) to jednoczesne połączenie montażu sekwencyjnego i częściowej prefabrykacji. Często stosowany jest w przypadku konstrukcji o dużych rozpiętościach oraz wzmacniania obiektów za pomocą tzw. reliningu (por. ryc. 5).

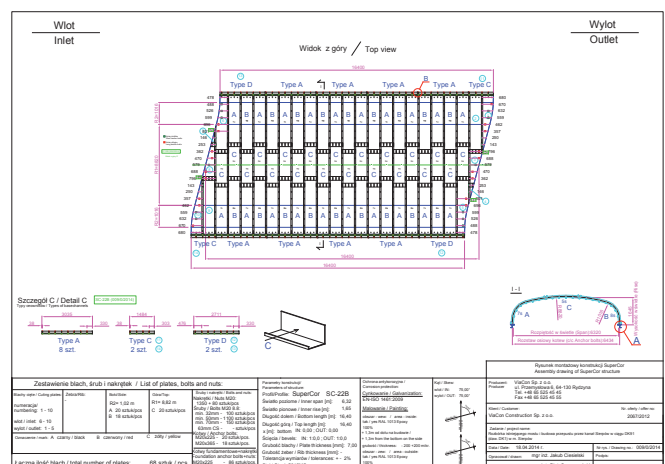
Z uwagi na fakt, że nie ma dwóch identycznych obiektów, rysunek montażowy stanowi nieodłączną część konstrukcji. Montaż należy wykonywać zgodnie z zawartymi w nim wytycznymi.

Podsumowanie

Konstrukcje z blach falistych są dziś powszechnie stosowane na całym świecie do budowy szerokiej gamy obiektów inżynierskich. Praktycznie na każdym kontynencie



Ryc. 3. Przykład montażu sekwencyjnego



Ryc. 4. Schemat montażu konstrukcji z blach falistych

można znaleźć różne przykłady ich zastosowań. Rosnące rozpiętości co pewien czas biją dotychczasowe rekordy. Ciągły rozwój oraz udoskonalenia pozwalają na pokonywanie kolejnych barier technologicznych. Jeszcze kilka lat temu ledwie przekraczano granicę 10 m rozpiętości, a dziś budujemy konstrukcje zdecydowanie przekraczające



Ryc. 5. Przykład montażu z częściową prefabrykacją



Ryc. 6. Przykład montażu z pełną prefabrykacją

20 m (22,14 m – Northern Marmara Bypass, Turcja, 22,26 m – S8 Zambrów, 25,74 m – Ostróda).

Technologie ich wznoszenia, choć ideowo proste, zaczynają przybierać inną formę przy nagłym wzroście rozpiętości (ryc. 7). Przy rozpiętościach przekraczających 12 m z reguły stosuje się konstrukcje o przekroju otwartym (łuki kołowe, łuki niskopromieniowe). Montaż rozpoczyna się od ustawienia pierwszego półpierścienia, który z uwagi na relatywnie niską sztywność skrętną, stojąc samodzielnie, jest mało stabilny. Aby zminimalizować to zjawisko, należy do pierwszego ringu dołożyć chociażby pojedyncze blachy sąsiadujących półpierścieni. Dla najsztwniejszych typów karbowania, tj. 237 x 500 mm, gdzie grubość blachy może wynosić nawet 12 mm, stosuje się montaż polegający na ustawieniu pierwszych dwóch nieparzystych ringów połączonych ze sobą przekładką dystansową, tzw. spacerem (ryc. 8). Do tak połączonych dwóch półpierścieni dokłada się pojedyncze blachy parzystego ringu. Dalszy proces montażu stanowi kontynuację założonego wcześniej ciągu czynności.

Zaletami są głównie krótki czas realizacji, brak przerw technologicznych związanych z dojrzewaniem betonu, niewrażliwość na warunki atmosferyczne (opady deszczu, śniegu) oraz w pewnym zakresie temperaturowe. Dodatkowo dzięki ich kształtowi nie następuje gwałtowny skok sztywności pod konstrukcją nawierzchni, a co za tym idzie, obiekty tego typu nie wymagają zastosowania płyt przejściowych.

Uwzględnienie współpracy konstrukcji obiektu mostowego z gruntem w obliczeniach statycznych pozwala na znaczącą optymalizację przekrojów poprzecznych, a przez to redukcję kosztów całego zadania.



Ryc. 7. Montaż konstrukcji o dużej sztywności fali i dużych rozpiętościach



Ryc. 8. Sposób montażu konstrukcji o karbowaniu 500 x 237 mm

Literatura

- [1] Kołokołow N.M.: *Metalowe rury faliste pod nasypami*. Transport. Moskwa 1973.
- [2] Janusz L., Madaj A.: *Obiekty inżynierskie z blach falistych. Projektowanie i wykonawstwo*. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Warszawa 2009.
- [3] Makowski J., Kulczycki B.: *Podsumowanie metod realizacji przepustu doświadczalnego z blachy falistej w Bolimowie*. Materiały na kursokonferencję *Galwanizowane przepusty z blachy falistej jako nowy element organizacji i ekonomiki projektowania dzieł sztuki inżynierskiej na trasach komunikacyjnych*. Instytut Dróg i Mostów Politechniki Warszawskiej, Warszawskie Przedsiębiorstwo Robót Drogowych, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP, Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa Oddział Warszawski. Warszawa 1980.
- [4] *Handbook of Steel Drainage & Highway Construction Products*. Corrugated Steel Pipe Institute, 2002.
- [5] Machelski C.: *Budowa konstrukcji gruntowo-powłokowych*. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne. Wrocław 2013.
- [6] Hawk H.: *Bridge Life-Cycle Cost Analysis*. Washington, NCHRP Report 483 National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board, 2003.
- [7] Abdel Sayed G., Bakht B., Jeager L.G.: *Soil-Steel Bridges. Design and Construction*. McGraw-Hill. New York 1994.
- [8] Potapow A.S.: *Doświadczenia z budowy i użytkowania metalowych rur falistych pod nasypami dróg*. Nowosybirsk 2002.



 **ViaCon**

- Rury stalowe spiralnie karbowane
- Konstrukcje ze stalowych blach falistych
- Rury przepustowe z PP i HDPE
- System kanalizacji deszczowej i sanitarnej
- Ściany oporowe z gruntu zbrojonego
- Zbiorniki retencyjne
- Geosyntetyki
- Mosty kratowe
- Gabiony
- Konstrukcje inżynierskie z żelbetowych elementów prefabrykowanych
- Płotki ochronno-naprowadzające dla pławów

ViaCon Polska Sp. z o.o.

ul. Przemysłowa 6
64-130 Rydzyna
tel.: +48 65 525 45 45
fax: +48 65 525 45 55
office@viacon.pl

www.viacon.pl