

Autorzy:

Bednarek Barbara, ViaCon Polska Sp. z o.o. w Rydzyńie

Janusz Leszek, ViaCon Polska Sp. z o.o. w Rydzyńie

Mielnik Łukasz, ViaCon Polska Sp. z o.o. w Rydzyńie

Naprawy szkód powodziowych przy zastosowaniu konstrukcji z blach falistych

Streszczenie

W niniejszym referacie przedstawiono cztery studia przypadków budowy obiektów z blach stalowych falistych na terenach po powodziowych. Autorzy skoncentrowali się na przedstawieniu charakterystyki poszczególnych konstrukcji ze zwróceniem uwagi na czas i łatwość montażu oraz aspekty ekonomiczne i estetyczne.

1. Wstęp

Groźne zjawiska przyrodnicze, w tym klęski powodzi, towarzyszą ludzkości od zarania dziejów. Specjaliści oceniają że powodzie są jednymi z najokrutniejszych kataklizmów, gdyż straty z ich powodu stanowią aż 70% wszystkich strat spowodowanych działaniem żywiołów.

W południowej Polsce często występuje zjawisko powodzi wieloobszarowej. Doświadczenia pokazują że wystarczy ulewny deszcz, aby ta groźba stała się realna. Przykładem jest „powódź tysiąclecia”, która miała miejsce w 1997 roku.

Skutki powodzi pociągają zawsze za sobą znaczne straty materialne, także w infrastrukturze drogowej i mostowej. Podmyte drogi samochodowe i kolejowe, zniszczone obiekty inżynierskie, powodują poważne zakłócenia w komunikacji nie tylko w okresie samej klęski żywiołowej, ale także w długim okresie po niej.

Jednym ze sposobów przywracania komunikacji na terenach po powodziowych jest zastosowanie konstrukcji z blach stalowych falistych jako przepustów i małych mostów. Pierwsze zastosowania konstrukcji stalowych z blach falistych typu MultiPlate oraz SuperCor na terenach zniszczonych powodzią miały miejsce po „powodzi tysiąclecia” w 1997 roku, a także w latach późniejszych. Konstrukcje te zdały powodziowy egzamin między innymi na wartkich rzekach Kotliny Kłodzkiej - Nysy Kłodzkiej, Bystrzycy Dusznickiej czy Białej Łądeckiej.

Podstawowymi zaletami konstrukcji ze stalowych blach falistych jest kilkakrotnie krótszy czas wykonywania obiektu oraz niższe koszty w porównaniu z obiektami o konstrukcji tradycyjnej.

2. Obiekt w Starym Waliszowie

Jednym ze skutków powodzi w roku 1997 w miejscowości Stary Waliszów było zniszczenie mostu na drodze powiatowej 40105 Bystrzyca Kłodzka - Stary Waliszów (Fotografia 1). Przepływająca woda potoku Pławna, który gwałtownie wezbrał w czasie powodzi, podmyła jeden z przyczółków mostu, który nie nadawał się do dalszej eksploatacji. W celu przywrócenia

komunikacji w tym rejonie, zdecydowano się na wybudowanie małego mostu, którego ustrój stanowi konstrukcja MultiPlate MP 150 V-45 o następujących parametrach:

- rozpiętość pionowa – 4,02 m,
- rozpiętość pozioma – 10,00 m,
- długość górą – 15,42 m,
- długość dołem – 25,40 m,
- kąt między osią drogi a osią konstrukcji - 58,81°,
- wymiary fali - 150 x 50 mm,
- grubość blachy - 7 mm.



Fotografia 1. Widok zniszczonego przez powódź mostu w starym Waliszowie.

Konstrukcja została posadowiona na żelbetowych ławach fundamentowych wykonanych z betonu B30, które dodatkowo zostały zabezpieczone przed podmyciem za pomocą profili Larsena wbitych w grunt na około 4,00 m.

Nad konstrukcją, na warstwie zasypki gruntowej o grubości 0,65 m, zastosowano żelbetową płytę obciążającą, co było spowodowane tym, że grubość naziomu nad konstrukcją (łącznie grubość warstwy zasypki gruntowej oraz konstrukcji jezdni drogowej) była znacznie mniejsza od wartości minimalnej wymaganej. Grubość płyty obciążającej wynosiła 0,2 m i została ona zbrojona prętami ze stali AIII o średnicy \varnothing 12 mm. Płyta sięga po 1,5 m poza obrys przekroju podłużnego konstrukcji z obu jej stron, a jej szerokość obejmuje pełną szerokość jezdni oraz chodnika aż do poręczy. Celem zastosowania płyty jest rozłożenie na większą powierzchnię

obciążenia użytkowego od ruchu pojazdów, co jednocześnie powoduje zmniejszenie nacisków na konstrukcję z blach stalowych falistych.

Dodatkowo wlot i wylot konstrukcji został usztywniony wieńcem żelbetowym o wymiarach 0,3 x 0,5 m wykonanym z betonu B25.

Jak w przypadku wszystkich obiektów z blach stalowych falistych zasypkę stanowił grunt dobrze przepuszczalny - mieszkanka żwirowo piaskowa - o uziarnieniu 0-32 mm, zagęszczony do wskaźnika zagęszczenia według Proktora $I_D = 0,95$ - w bezpośredniej bliskości konstrukcji oraz $I_D = 0,98$ w pozostałych miejscach.

Dno ciekłu na długości obiektu zostało zabezpieczone kamieniem łamany o grubości 0,2 m ułożonym na zaprawie cementowo-piaskowej.

Dla zwiększenia przepływu oraz bezpieczeństwa konstrukcji zastosowane dodatkowe rury przepływowe o średnicy $\varnothing 1000$ oraz $\varnothing 500$ mm.

Bardzo istotnym czynnikiem przemawiającym za zastosowaniem konstrukcji z blach stalowych falistych zwłaszcza na terenach dotkniętych powodzią jest szybkość i łatwość ich montażu. Konstrukcja ze stalowych blach falistych MultiPlate MP150 była montowana w okresie od 12-19 października 1997 roku. Montaż konstrukcji można podzielić na trzy etapy:

- montaż płaszczy na placu budowy (prefabrykacja ringów) - 30 godzin (brygada 5 osobowa wyposażona w zakrętkarki ręczne, dźwig)
- montaż uprzednio przygotowanych ringów na fundamencie - 20 godzin (brygada pięcioosobowa wyposażona w zakrętkarki ręczne, dźwig)
- dokręcanie śrub do wymaganego momentu dokręcenia - 20 godzin (brygada pięcioosobowa wyposażona w zakrętkarki ręczne oraz elektryczne)

Montaż konstrukcji odbywał się w zwykłych warunkach atmosferycznych - opady deszczu, silny wiatr.

Jak widać z powyższych danych liczbowych, montaż konstrukcji małego mostu o rozpiętości 10 m i długości dołem ponad 25 m wyniósł około 70 godzin.

Całkowity czas wykonania obiektu wyniósł zaledwie 3 miesiące. Prace przebiegały w trudnych zimowych warunkach atmosferycznych.

Na fotografii 2 przedstawiono konstrukcję w trakcie montażu, natomiast na fotografii 3 ukończony obiekt.



Fot 2. Montaż konstrukcji MultiPlate MP 150 V-45.



Fot. 3. Widok ukończonego obiektu.

3. Obiekty w Polanicy Zdroju i Szczytnej

Innymi zniszczonymi w czasie „powodzi tysiąclecia” obiektami są dwa łukowe kamienne mosty przez potok Bystrzyca Dusznicka w miejscowościach Polanica Zdrój i Szczytna.

Potok ten wyrządzał dość często poważne szkody w czasie wysokich przepływów powodziowych. Charakteryzuje się on dużym spadkiem podłużnym i w czasie gwałtownych opadów deszczu transportuje duże bloki kamienne, które zalegają w korycie i atakują napotymane przeszkody, w tym główne obiekty inżynierskie oraz budynki zabudowania gospodarcze.

Prace projektowe rozpoczęto wiosną 1997 roku. Inwestorem zadania był Zarząd Dróg Powiatowych w Kłodzku. Projektantem był pan Jan Bernard Michalski z miejscowości Jaskowa koło Kłodzka, o wykonawcą robót było Przedsiębiorstwo Robót Drogowo-Mostowych DROGMOST Spółka z o.o. z Kłodzka.

Konstrukcjami zastosowanymi do odbudowy mostów były elementy konstrukcyjne z blachy falistej typu SuperCor. Konstrukcja te mają przekrój skrzynkowy i są posadowione na żelbetonowych fundamentach. Wykonane z blachy falistej o wymiarach 380 x 140 mm i grubości 7,00 mm. W obydwu przypadkach zastosowano dodatkowe wzmocnienie powłoki przy pomocy żeber usztywniający wykonanych z takich samych jak konstrukcja elementów.

Do odbudowy obiektu mostowego w Polanicy Zdroju zaprojektowano konstrukcję SC-54B (rys.1) o następujących parametrach:

- rozpiętość pozioma - 12,27 m,
- rozpiętość pionowa - 2,74 m,
- długość górą - 14,00 m,
- długość dołem – 21,50 m,
- Kąt skrzyżowania - 35,67 °,

Obiekt w Szczytnej zaprojektowany został jako konstrukcja SC-54B o parametrach:

- rozpiętość pozioma - 12,30 m,
- rozpiętość pionowa - 3,55 m,
- długość górą - 13,60 m,
- długość dołem - 20,60 m,
- kąt skrzyżowania - 90 °,

Montaż obydwu konstrukcji odbywał się trzyetapowo:

- wstępna prefabrykacja pełnych ringów konstrukcji,
- zmontowaniu za pomocą dźwigu z prefabrykowanych ringów do wykonanego wcześniej fundamentu żelbetowego,
- dokręcenie wszystkich śrub do wymaganego momentu dokręcenia.

Do montażu konstrukcji wykorzystano klucze z grzechotkami, zakrętki elektryczne oraz dźwig. Montaż stalowych blach konstrukcji SC-54B był wykonany przy udziale sześciuosobowej brygady w ciągu 8 dni. Montaż konstrukcji SC-56B trwał 7 dni był wykonywany przez sześciuosobową brygadę. Czas realizacji każdego z obiektów wraz z wykonaniem dróg dojazdowych wynosił w obydwu przypadkach jeden miesiąc. Fotografia 4 przedstawia konstrukcję w Polanicy Zdroju w czasie montażu, a fotografia 5 konstrukcję zmontowaną.



Fotografia 4. Montaż konstrukcji w Polanicy Zdroju.

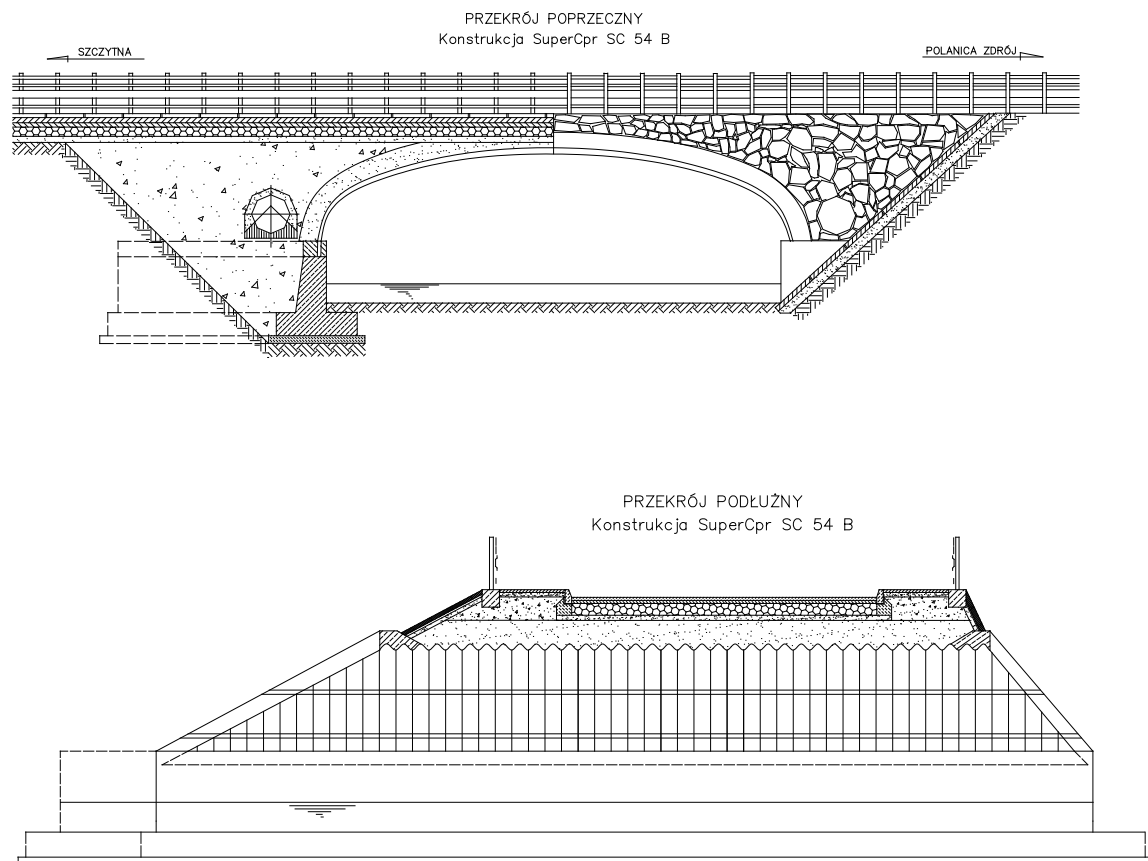


Fotografia 5. Zmontowana konstrukcja w Polanicy Zdroju.

W częściach dojazdowych zastosowano dodatkowe przepusty PEHD o średnicy 1000 mm, których zadaniem jest przypuszczenie dodatkowej ilości wody w przypadku zwiększonego poziomu wody w rzece. W obydwu przypadkach na wlocie i wylocie konstrukcji zastosowano żelbetowy wieniec usztywniający, a skarpę mocno brukiem kamiennym na zaprawie cementowej (fotografia 6).



Fotografia 6. Widok obiektów w Szczytnej.



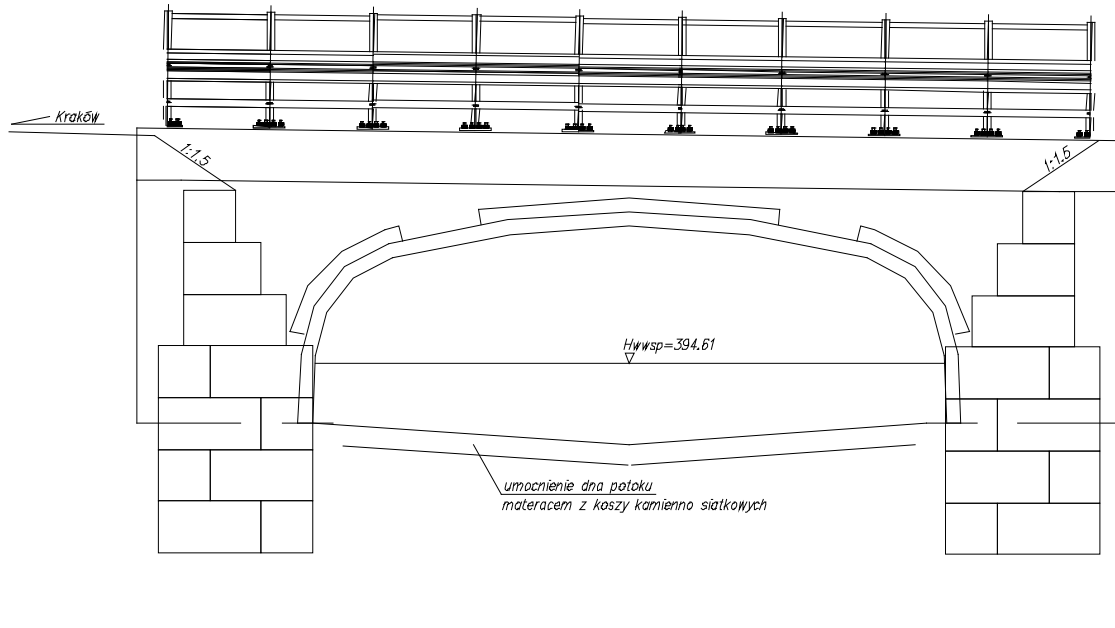
Rysunek 1. Przekrój poprzeczny i podłużny obiektów Polanicy Zdroju.

4. Obiekt w Baczynie

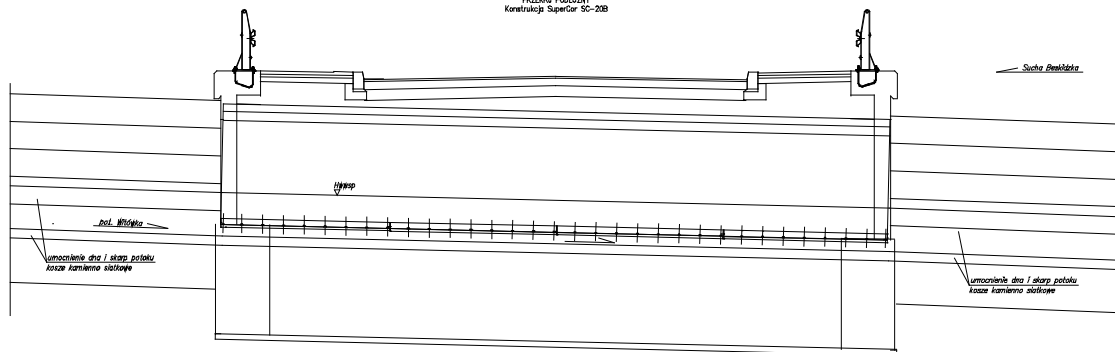
Rok 2001 przyniósł kolejną powódź. W miejscowości Baczyn koło Suchej Beskidzkiej został zniszczony przez wielką wodę dotychczasowy most (fotografia 7). Podjęta została przez inwestora - Urząd Miasta w Krakowie, decyzja o budowie nowego obiektu o konstrukcji stalowej - z blach stalowych falistych. Ustrój nośny stanowi konstrukcja SuperCor SC-20B o następujących parametrach (rysunek 2):

- rozpiętość pionowa - 1,9 m,
- rozpiętość pozioma - 6,165 m,
- długość górą - 12,192 m,
- długość dołem - 12,192 m,
- kąt między osią drugą a osią konstrukcji - 90 °,
- wymiary fali - 380 x 140 mm,
- grubość blachy - 7,00 mm

PRZEKRJ POPRZECZNY
Konstrukcja SuperCor SC-20B



PRZEKRJ PODUŻNY
Konstrukcja SuperCor SC-20B



Rysunek 2. Przekrój poprzeczny i podłużny przez obiekt w Baczynie



Fotografia 7. Widok zniszczonego przez powódź mostu w Baczyń

Konstrukcja została posadowiona na żelbetowych ławach fundamentowych wykonanych z betonu B30. Wykonano także żelbetowe ścianki czołowe. Zastosowano dodatkowe płaszcze stalowe, które stanowiły wzmocnienie konstrukcji -żebra poprzeczne.

Zasypkę stanowił grunt dobrze przypuszczalny - mieszanka żwirowo-piaskowa o uziarnieniu 0-32 mm, zagęszczony do wskaźnika zagęszczenia według Proktora $I_D = 0,95$ - w bezpośredniej bliskości konstrukcji oraz $I_D = 0,98$ w pozostałych miejscach.

Montaż elementów konstrukcji SuperCor rozpoczęto 5, a ukończono 12 grudnia 2001 r. Montaż konstrukcji można podzielić na 2 etapy:

- montaż płaszczy na fundamencie żelbetowym - 45 godzin (brygada 5 osobowa wyposażona w zakrętkarki ręczne oraz elektryczne, dźwig)
- dokręcanie śrub do wymaganego momentu dokręcenia - 24 godziny (brygada 5 osobowa wyposażona w zakrętkarki ręczne oraz elektryczne).

Prace odbywały się w trudnych warunkach atmosferycznych - mróz oraz opady śniegu.

Całkowity czas wykonywania obiektu wyniósł 2 miesiące.

Należy również zwrócić uwagę na wyjątkowe walory estetyczne niniejszego obiektu. Staranne wykończenie oraz odpowiedni dobór kolorów ścianek czołowych, kwalifikują most w Baczyń do miana jednego z najładniejszych obiektów tego typu (fotografia 8). Obiekt został zaprojektowany przez firmę Wanta S.C. z Krakowa, zaś wykonawcą było Rejonowe Przedsiębiorstwo Robót Drogowo-Mostowych w Wieliczce.



Fotografia 8. Montaż konstrukcji SuperCor SC-20B.

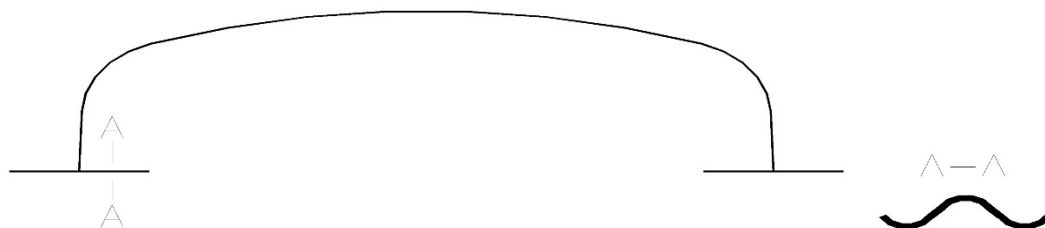


Fotografia 9. Widok ukończonego obiektu.

5. Konstrukcje posadowione za pomocą fundamentów stalowych.

W przypadkach szczególnych stosuje się konstrukcje stalowe z blach falistych posadowione za pomocą fundamentu z blach falistych. Istnieje możliwość zastosowania 2 typów posadowienia.

Pierwszy z nich to zastosowanie dwóch krótkich płyt fundamentowych zamocowanych do konstrukcji stalowej (rysunek 3, fotografia 10). Ten sposób posadowienia stanowi najbardziej ekonomiczne rozwiązanie i może być stosowane na ciekach, gdzie niebezpieczeństwo erozji podłoża jest czynnikiem decydującym. Blachy fundamentowe powinny być zasypane na głębokości minimum 450 mm. Bardzo często projektuje się wzmocnienie podłoża dna cieków geosyntetykami, co podnosi ochronę przed erozją. Można także stosować wyłożenie dna kamieniami.

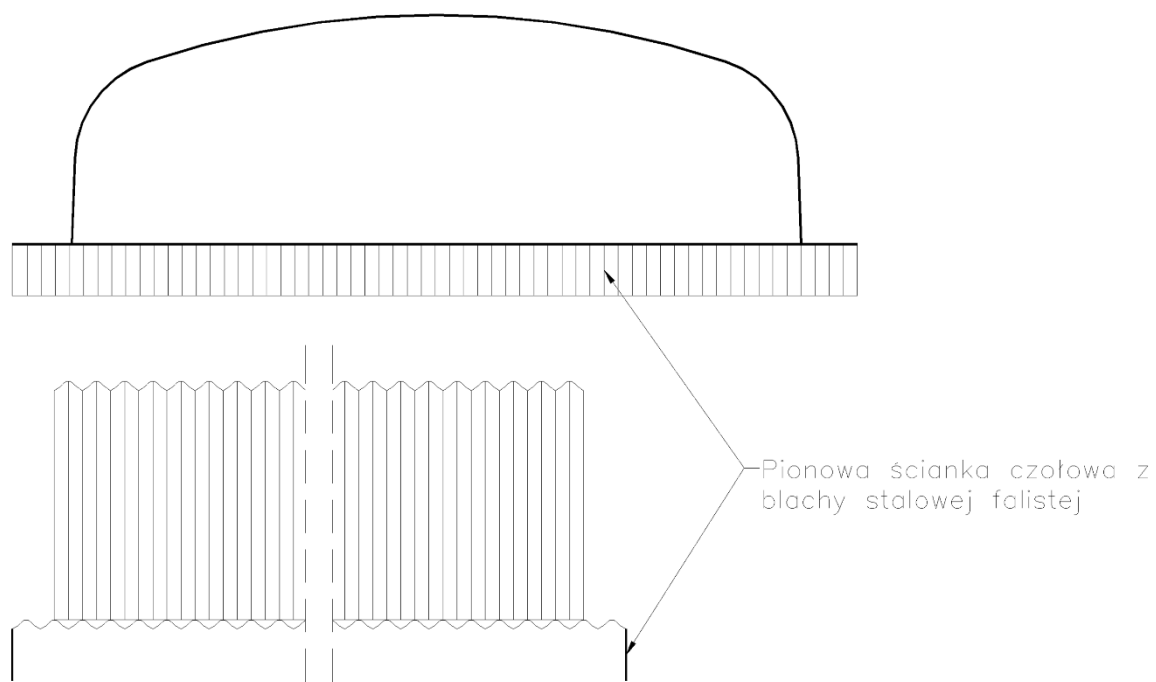


Rysunek 3. Konstrukcja na stalowych blachach falistych.

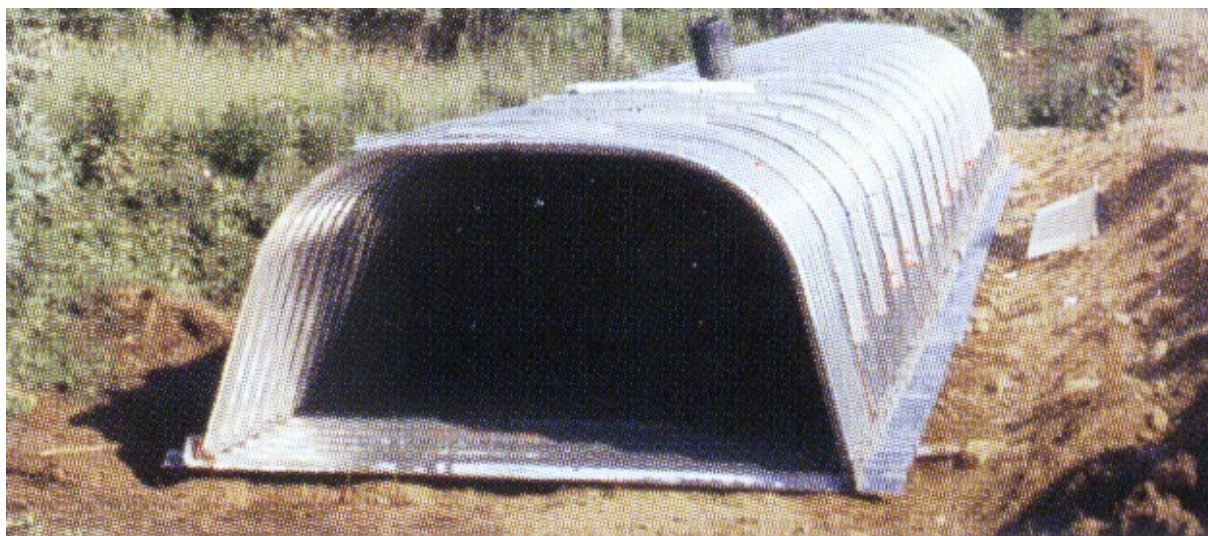


Fotografia 10. Konstrukcja skrzynkowa oparta za pomocą stalowych blach falistych.

W przypadku gdy istnieje niebezpieczeństwo podmywania fundamentów konstrukcji lub jej dna, stosowane są konstrukcje z pełnym sklepieniem dolnym, wykonanym z blachy falistej (rysunek 4, fotografia 11,12). Na wlocie i wylocie wykonywane są dodatkowe pionowe ścianki stalowe zabezpieczające przed podmywaniem fundamentów.



Rysunek 4. Konstrukcja skrzynkowa z pełnym sklepieniem dolnym wykonanym z blachy falistej.



Fotografia 11. Konstrukcja skrzynkowe z pełnym sklepieniem dolnym z blach falistych.



Fotografia 12. Konstrukcja łukowa na fundamencie z blach falistych.

Konstrukcje posadowione przy pomocy stalowych blach falistych mogą być projektowane na gruntach nośnych (min. 20 kPa), pod drugą mi obciążonymi ruchem lekkim do średniego. Siły powstające w ścianie konstrukcji stalowej, pochodzące od obciążeń statycznych i zmiennych, przekazywane są poprzez stalowe dno na fundament gruntowy. Rozwiązanie to jest częściowo stosowane w USA oraz w Kanadzie.

6. Osuwisko Falkowa

Jednym z przykładów zastosowania rur z blach stalowych spiralnie karbowanych typu HelCor Jest naprawa szkód powodziowych w Nowym Sączu, na osiedlu Falkowa. Inwestorem przedsięwzięcia był Urząd Miasta w Nowym Sączu, projektowała firma Polego z Sosnowca, zaś wykonawcą był Zakład Budowlany Szarek z Nowego Sącza. Zadanie polegało na przekryciu rowu rurami stalowymi o średnicy \varnothing 800 oraz \varnothing 1000 mm.

Fotografie 13 i 14 przedstawiają przykłady zastosowania rur HelCor do budowy przepustów.



Fot. 13. Budowa przepustu z rur HelCor.

Fot. 14. Widok obiektu wykonanego przez zastosowaniu rur HelCor.

7. Wnioski

Zaprezentowane w niniejszym artykule realizacje obiektów z blach stalowych falistych stanowią tylko część obiektów tego typu zlokalizowanych na terenach objętych skutkami powodzi ostatnich lat.

Do niezaprzeczalnych zalet konstrukcji typu SuperCor oraz MultiPlate można zaliczyć łatwość i szybkość montażu, co ma istotne znaczenie na terenach objętych zniszczeniami powodziowymi oraz aspekty ekonomiczne, które mają niejednokrotnie decydujące znaczenie dla budżetów samorządowych.

Powodzie następujący po roku 1997 nie dokonały żadnych uszkodzeń konstrukcji ze stalowych blach falistych, nawet na wartkich górskich ciekach.

8. Literatura

[1] Bęben D., Mańko Z.: Niezawodność konstrukcji mostowych wykonanych ze stalowych blach falistych usytuowanych na rzekach górskich. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Konferencje XXXV, numer 437, 2002.

[2] Fal B., Powódź tysiąclecia? Wiedza i Życie, numer 10/1997.

[3] Janusz L., Bednarek B., Mielnik Ł., Nowe rozwiązania w zakresie budowy przepustów w ciągach wartkich potoków. Zeszyty naukowo-techniczne Oddziału Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie. Materiały konferencyjne. XVII Dni Technika, Wadowice 4-5 czerwca 2002.

[4] Krajnik D., Michalski J.B., Pierwsze „mosty kanadyjskie” w Europie. Inżynieria i budownictwo, 3-4/2002.

Reconstruction the flood damage with the use of corrugated steel plate structures

In the paper the described four case studies of building of corrugated steel plate structures on the after flood areas. Authors concentrate on the description of the structures. They emphasize time and easiness of assembly of these structures and economical aspects.