



KATASTROFA STALOWEGO KRATOWNICOWEGO MOSTU DROGOWEGO ORAZ SPOSÓB JEGO ODBUDOWY

ZBIGNIEW MAŃKO, *zbigniew.manko@wp.pl*

Międzynarodowa Wyższa Szkoła Logistyki i Transportu we Wrocławiu

DANIEL KAŁUZIŃSKI

Instytut Budownictwa, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie: W pracy przedstawiono opis katastrofy stalowego kratowniczowego mostu drogowego przez rzekę Bóbr położonego w miejscowości Marciszów (woj. dolnośląskie). Bezpośrednią przyczyną zniszczenia mostu było wjechanie na przęsło ciężarówki o masie przekraczającej dopuszczalne obciążenie użytkowe, pomimo stojącego przed obiektem znaku ograniczającego przejazd do 3,5 Mg. Ciężarówka o masie około 12,0 Mg razem z konstrukcją przęsła mostu osunęła się do rzeki całkowicie je niszcząc. Podczas katastrofy mostu nikt nie został ranny. Po katastrofie most nadawał się jedynie do rozbiórki. Po trzech latach, jakie upłynęły od zniszczenia mostu przystąpiono do jego odbudowy w formie przęsła zespolonego (stal + beton) złożonego z czterech dźwigarów głównych.

Słowa kluczowe: most drogowy, konstrukcja stalowa, przęsło kratowe, odbudowa, przęsło zespolone.

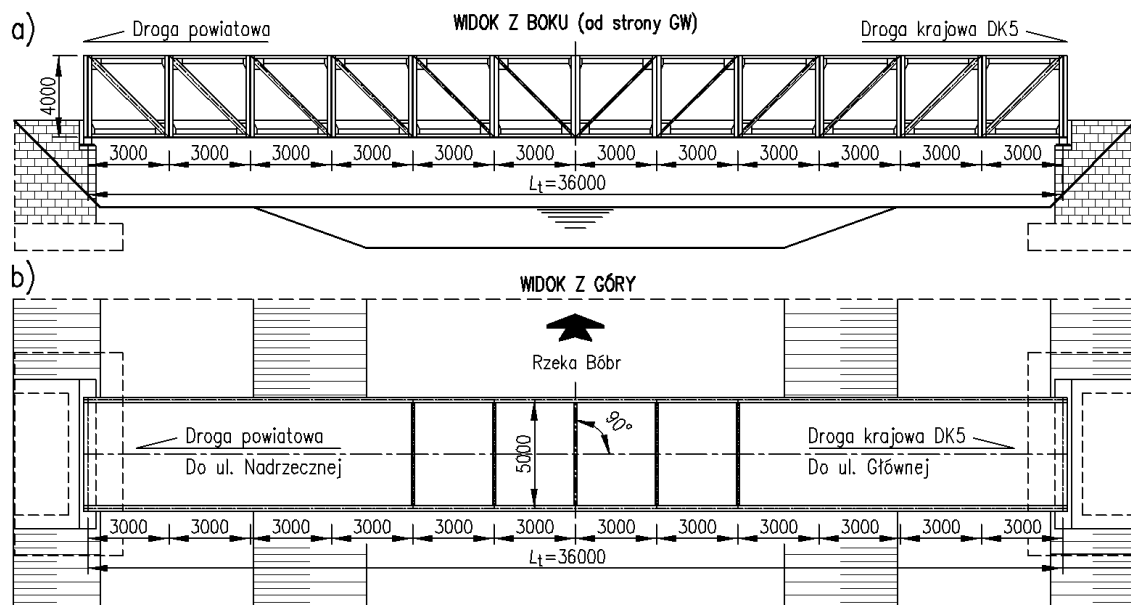
1. Wstęp

Przedmiotem pracy jest katastrofa stalowego drogowego mostu o konstrukcji kratownicowej oraz sposób jego odbudowy. Obiekt położony jest na rzece Bóbr w ciągu drogi powiatowej łączącej się z drogą krajową nr 5, w miejscowości Marciszów, w powiecie kamiennogórskim (województwo dolnośląskie (rys. 1) [5].

W dniu 7 listopada w 2008 r., około godziny 18 po zmroku w piątkowy wieczór na most wjechała ciężarówka wypełniona drewnem o masie około 12,0 Mg znacznie przekraczającej jego nośność wynoszącą 3,5 Mg, jaka była dopuszczona dla ruchu po tym obiekcie. Ciężarówka razem z przęsłem osunęła się w dół o kilka metrów, ale nie wpadła do rzeki niszcząc całkowicie jego konstrukcję, zaś kierowca o własnych siłach opuścił kabinę. Znaczna część kilkudziesięciometrowej przeprawy runęła do rzeki, a pojazd zawisł nad jej nurtem. Podczas katastrofy mostu nikt nie został ranny, policja i ochotnicza straż pożarna jeszcze tej samej nocy, niemal natychmiast, zabezpieczyły miejsce katastrofy aż do czasu wyciągnięcia ciężarówki i rozbiórki zniszczonego przęsła oraz usunięcia go z rzeki.

2. Krótki opis mostu

Rozpatrywany most drogowy został zbudowany prawdopodobnie na początku XX wieku. Archiwalna dokumentacja techniczna tego obiektu zaginęła. Po kilkudziesięciu latach eksploatacji most został uszkodzony podczas powodzi w 1997 r., jaka wystąpiła na Dolnym Śląsku. Wówczas wprowadzono ograniczenie dla ruchu samo chodów po tym obiekcie do wielkości 3,5 Mg oraz została przygotowana dokumentacja techniczna przeprowadzenia jego remontu w celu dostosowania aktualnej nośności mostu do współczesnych wymogów normowych [1, 2, 3, 4].



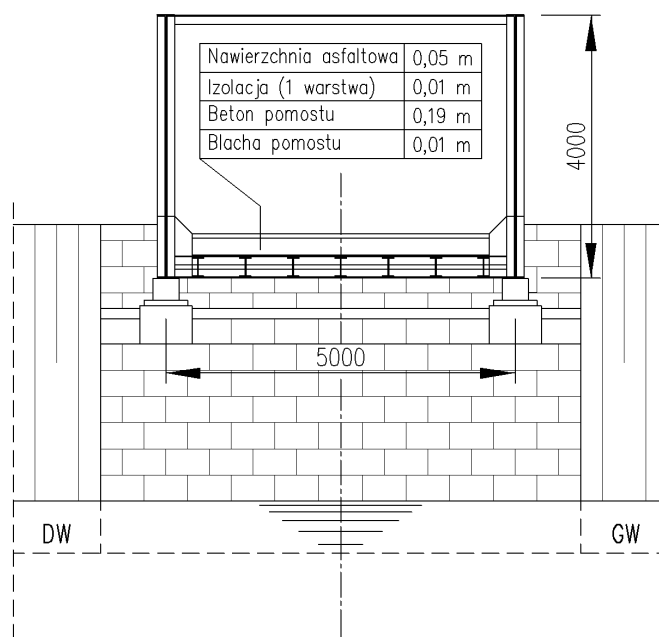
Rys. 1. Widok mostu drogowego przez rzekę Bóbr w Marciszowie

Światło między przyczółkami wynosiło 34,62 m. Główne koryto rzeki o szerokości dna 17,50 m nie było umocnione. Zakres prac remontowych obejmował odbudowę przęsła i przywrócenie funkcji drogi o znaczeniu lokalnym jako odcinka drogi powiatowej. W ramach projektu odbudowy została wykonana ekspertyza istniejących przyczółków potwierdzająca możliwość ich wykorzystania do budowy nowego przęsła obiektu. Stan dojazdów oceniono jako dostateczny.

Zniszczone przęsło tego mostu usytuowane było pod kątem 90° w stosunku do osi podłużnej przeszkody. W planie przęsło mostu położone było na prostej, zaś niweleta jezdni ukształtowana była w jednostronnym spadku podłużnym (rys. 1). Całkowita długość przęsła wynosiła 36,40 m, a jego szerokość całkowita 5,30 m. Szerokość użytkowa jezdni na przęśle wynosiła średnio 4,40 m, przy czym brak było wydzielonych chodników dla pieszych. Długość konstrukcji całego obiektu wraz ze skrzydełkami przyczółków wynosiła 43,50 m.

Ustrój nośny przęsła mostu stanowiły dwa stalowe dźwigary kratownicowe ze skratowaniem typu N, z jazdą dołem, oparte na przyczółkach za pośrednictwem łożysk wykonanych z odlewów staliwnych. Rozpiętość teoretyczna dźwigarów głównych wynosiła 36,00 m, a ich osiowy rozstaw 5,00 m (rys. 2). Dźwigary główne były stężone w poziomie pasów górnych. Wysokość konstrukcji dźwigarów wynosiła 4,00 m. Pręty kratownic wykonane zostały z różnych kształtowników walcowanych oraz blach łączonych na nity. Pomost stanowił ruszt złożony z poprzecznic i podłużnic blachownicowych pełnościennych, nitowanych rozmieszczonych w rozstawie, co 3,00 m w miejscach usytuowania węzłów kratownic.

Podpory mostu, a więc korpusy oraz ściany boczne przyczółków (skrzydełka) wykonane są z betonu i obłożone regularnymi blokami granitowymi na zaprawie cementowo-piaskowej. Są one usytuowane równoległe do osi podłużnej mostu.



Rys. 2. Przekrój poprzeczny przęsła z widokiem na przyczółek

3. Przyczyny awarii przęsła oraz stan istniejący mostu przed jego odbudową

Nadzór budowlany bezpośrednio po katastrofie obiektu nakazał zabezpieczenie pozostałej części przeprawy i jej oświetlenie (rys. 3). Ustalono, że bezpośrednią przyczyną katastrofy mostu było znaczne jego przeciążenie. Był on bowiem już wcześniej poważnie osłabiony, w trakcie powodzi w 1997 r., i od tego momentu władze gminy przygotowywały dokumentację techniczną jego remontu. Po katastrofie most nadawał się jedynie do rozbiórki. Mieszkańcy okolicznych domów po katastrofie skarżyli się, że zostali całkowicie odcięci od drogi krajowej nr 5 i pozostał im kilkukilometrowy objazd do swoich domostw po bardzo uszkodzonej dziurawej drodze powiatowej.

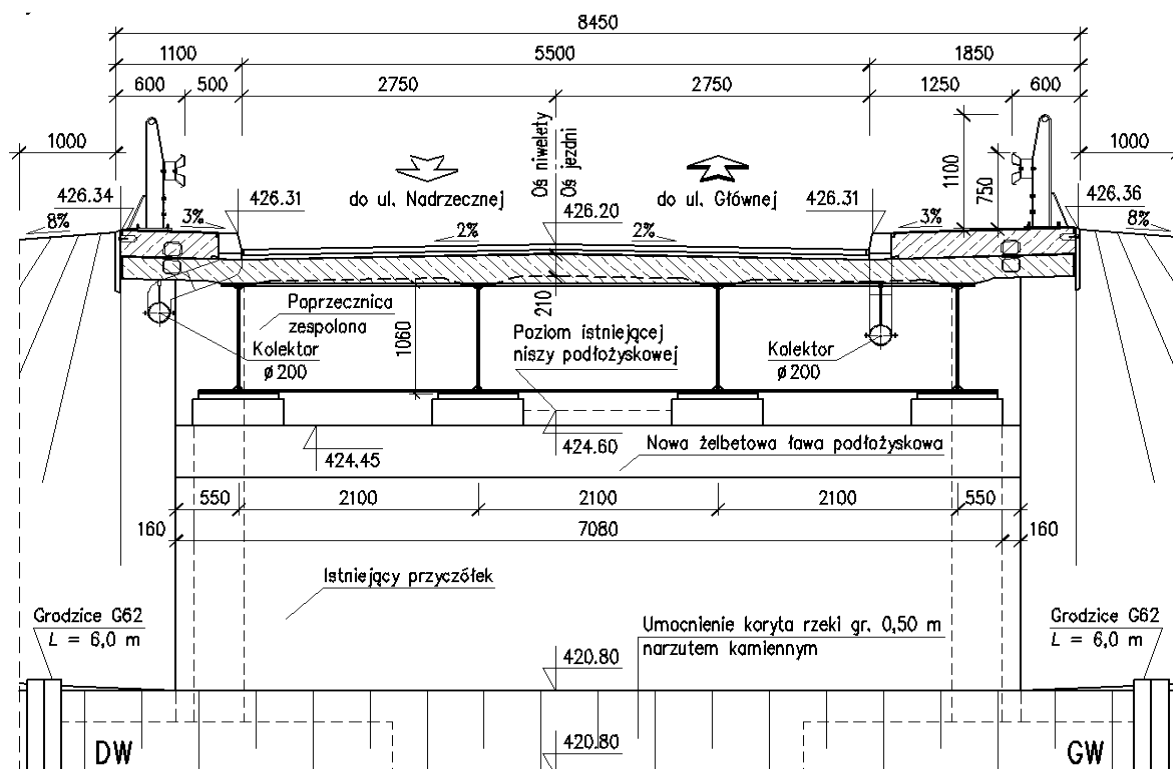
Most stanowi własność gminy Marciszów. Bezpośrednio po katastrofie nie wiadomo było, w jaki sposób będzie on odbudowany i kto sfinansuje koszty jego naprawy.

Kierowca feralnej ciężarówki twierdził, że znaku z ograniczeniem nie zauważył. Jak stwierdzili naoczni świadkowie, gdy pojazd wjechał na przęsło mostu, zaczęło ono falować i po prostu osunęło się w dół wraz z samochodem. Po katastrofie wójt gminy oświadczył, że będzie dochodził odszkodowania za uszkodzony obiekt od ubezpieczyciela kierowcy w celu jej odbudowy.

4. Zakres odbudowy mostu i dojazdów

W zakres harmonogramu rzeczowo-finansowego odbudowy weszły m.in.: przygotowanie zaplecza wykonawcy, roboty drogowe (w tym prace przygotowawcze, podbudowy, nawierzchnie, roboty wykończeniowe, oznakowanie dróg i urządzenia bezpieczeństwa ruchu, elementy ulic), roboty mostowe (fundamentowanie, wykonanie betonowych konstrukcji podpór, konstrukcje stalowe przęsła, izolacje i nawierzchnie, odwodnienie, łożyska dylatacje elementy zabezpieczające) oraz koszty dokumentacji [5].

Odbudowa mostu polegała na wyburzeniu części konstrukcji istniejących przyczółków, wykształceniu nowych nisz podłożyskowych wraz ze ściankami żwirowymi oraz skrzydłami i budowie nowego przęsła mostu. Dojazdy do mostu zostały przebudowane ze względu na konieczność dostosowania ich wysokości do nowej niwelety przęsła o parametrach zgodnych z wytycznymi podanymi przez Inwestora (rys. 4 i 5).



Rys. 5. Przekrój poprzeczny nowego obiektu

Po odbudowie uzyskano następujące parametry techniczne mostu: nośność obiektu według klasy C, tj. 30 Mg, szerokość całkowita przęsła 8,45 m, szerokość użytkowa jezdni na obiekcie 5,50 m, szerokość chodników 0,50 m + 1,25 m, kąt skrzyżowania osi podłużnej mostu z przeszkodą 90°, całkowita długość obiektu wraz ze skrzydłami 46,78 m, spadek poprzeczny jezdni o przekroju daszkowym 2,0%, promień łuku pionowego 1600 m, światło poziome 34,62 m, światło pionowe 3,95 m.

Przyjęte rozwiązanie konstrukcyjne odbudowy mostu o wymienionych parametrach pozwalało na uzyskanie wymaganej jego klasy nośności przy jednoczesnej optymalizacji ciężaru własnego konstrukcji. Przyjęte rozwiązanie jest w tym przypadku rozwiązaniem optymalnym pod względem konstrukcyjnym, uzasadnionym również względami ekonomicznymi i estetycznymi [1, 2, 3].

5. Niektóre rozwiązania konstrukcyjne

Nową konstrukcję ustroju niosącego przęsła wykonano jako przęsło zespolone składające się z 4 dźwigarów głównych typu blachownicowego o wysokości całkowitej 1060 mm w rozstawie osiowym 2100 mm zespolonych za pomocą łączników z żelbetową płytą pomostową grubości 0,21 m wykonaną z betonu klasy C40/50 (rys. 5). Płyta pomostowa ukształtowana została zgodnie ze spadkami poprzecznymi na jezdni o wielkości 2%, a na częściach podchodnikowych 3% natomiast na długości przęsła ukształtowane jest w łuku pionowym o promieniu wynoszącym 1600 m. Dźwigary blachownicowe połączone są ze sobą za pomocą 4 poprzecznic stalowych o wysokości 1040 mm również zespolonych z płytą pomostową. Wszystkie elementy stalowe zabezpieczono antykorozyjnie zgodnie z projektem [5].

Podparcie ustroju niosącego na podporach zrealizowano za pośrednictwem trzech różnych typów łożysk elastomerowych o nośności 1050 kN.

Konstrukcję przęsła oparto na istniejących przyczółkach, które zostały częściowo rozebrane i zmodyfikowane. Zostały ukształtowane nowe żelbetowe nisze podłożyskowe wraz ze ściankami żwirowymi. Lica istniejących korpusów rozkuto, a rysy zainiektowano. Został także wykonany żelbetowy płaszcz kotwiony do istniejących przyczółków za pomocą prętów wklejanych na żywicę epoksydową. Na częściach odziemnych korpusów podpór wykonano izolację na uprzednio wykonanym płaszczu żelbetowym (rys. 5 i 6).

Istniejące skrzydła zostały rozebrane, a w ich miejsce powstały nowe, żelbetowe skrzydła o grubości 0,40 m posadowione na ławach fundamentowych grubości 0,90 m. Skrzydła zostały zdylatowane od korpusów, a szczeliny uszczelnione elastorową wkładką dylatacyjną. Na górnych powierzchniach chodników zostały zamontowane słupki barieroporęczy sztywnej typu III, a wspornik pochodnikowy został ograniczony prefabrykowaną deską gzymsową wysokości 0,60 m.

Na czas montażu i betonowania przęsła zostało oparte na podporach tymczasowych o nośności min. 355 kN, przy czym zaprojektowano dwie podpory pośrednie w odległości 11,90 m licząc od osi przyczółków. Podpory zostały ustawione na płytach drogowych w trzech warstwach układanych mijankowo. Ze względu na konieczność ustawienia podpór w nurcie rzeki prace przeprowadzono w okresie niskiego stanu rzeki. W celu ochrony podpór tymczasowych wykonano ich zabezpieczenie od strony górnej wody izbicami wykonanymi z grodzic stalowych (rys. 6).

6. Kolejność prowadzonych robót

Kolejność prowadzonych robót przy odbudowie mostu obejmowała m.in.:

- wbicie grodzic stalowych G46 wokół istniejących przyczółków,
- rozbiórkę górnej części istniejących przyczółków i skrzydeł,
- rozbiórkę lica istniejących korpusów podpór na głębokość około 0,10 m,
- iniekcję rys w korpusach,
- wykonanie żelbetowych nisz podłożyskowych wraz ze ściankami żwirowymi,
- wykonanie ciosów podłożyskowych oraz żelbetowych skrzydełek,
- wykonanie zabezpieczenia antykorozyjnego części odziemnych przyczółków,
- wykonanie żelbetowego płaszcza okalającego przyczółki kotwionego na pręty wklejane na żywicę epoksydową,
- montaż elementów odwodnienia na dojazdach do obiektu,
- wykonanie warstwy zasypki żwirowej,
- wykonanie płyt przejściowych oraz tymczasowych podpór montażowych,
- ustawienie i stabilizacja stalowych dźwigarów blachownicowych wraz ze spawaniem elementów wysyłkowych,
- nałożenie powłok antykorozyjnych na stalowe elementy przęsła,
- wykonanie żelbetowej płyty pomostowej wraz z nadaniem odpowiednich spadków,
- wykonanie otworów w płycie na wpusty odwadniające,
- wykonanie izolacji na obiekcie oraz montaż urządzeń dylatacyjnych,
- ułożenie krawężników kamiennych wraz z wpustami krawężnikowymi,
- montaż elementów odwodnienia na moście oraz wykonanie umocnienia skarp,
- wykonanie kap chodnikowych wraz z montażem desek gzymsowych,
- wykonanie warstwy podbudowy i nawierzchni jezdni na przęsle i dojazdach wraz z ułożeniem obrzeży betonowych,
- zabezpieczenie antykorozyjne górnych powierzchni kap chodnikowych,
- montaż wyposażenia na moście – montaż stalowych balustrad.



Rys. 6. Widok mostu w trakcie odbudowy i po jej zakończeniu

7. Podsumowanie

Odbudowa mostu w tym samym miejscu była również niezwykle istotna ze względu na konieczność przywrócenia objazdu przez rzekę Bóbr, który w momencie jakiegoś wypadku albo jakiejś nowej awarii na drodze krajowej nr 5 w tym rejonie stanowi strategiczny łącznik dla służb ratowniczych i policji.

Wydaje się, że postawienie samego znaku drogowego przed mostami z ograniczeniem nośności (np. do 3,5 Mg) w lokalnych, małych, miejscowościach nie sprawdza się w praktyce, ponieważ kierowcy z reguły lekceważą takie zakazy i wszelkie inne ograniczenia nieodpowiedzialnym zachowaniem polegającym na łamaniu przepisów prawa drogowego. Często nie zdają sobie sprawy z realnego zagrożenia dla swojego zdrowia i życia jak również z konsekwencji wynikających z kosztów ekonomicznych związanych ze zniszczeniem podobnych obiektów inżynierskich. Bezpośrednio po niespodziewanym zniszczeniu mostu zarządca tej drogi nie był w stanie szybko z własnych środków wybudować nowego obiektu.

Skutecznym rozwiązaniem przed takimi zachowaniami może być (dla podobnych mostów) ograniczenie szerokości skrajni przejazdu przez te obiekty za pomocą trwale wbudowanych słupków lub barier, zawężających szerokość czynnego przejazdu samo-chodów ciężarowych przez obiekt ograniczając się wyłącznie do pojazdów osobowych lub karetki pogotowia ratunkowego. Oczywiście takie rozwiązania powinny mieć charakter tymczasowy, jedynie do czasu wykonania planowanego remontu starego obiektu lub budowy nowego mostu w tym samym miejscu w związku z brakiem możliwości pod-niesienia go do odpowiedniej klasy obciążenia, jego parametrów użytkowych wynikających z aktualnego i przewidywanego natężenia ruchu samochodowego [1, 2, 3].

Po trzech latach mieszkańcy Marciszowa doczekali się nowego mostu. Prace przy odbudowie mostu rozpoczęły się w czerwcu a zakończyły się w grudniu 2011 r. Okres gwarancji

obowiązywał do grudnia 2014 r. Całkowity koszt inwestycji wyniósł prawie 2 miliony złotych. Fundusze na realizację zadania w 20% pochodziły z budżetu powiatu kamiennogórskiego, a pozostałe 80% stanowiły środki z rezerwy ogólnej budżetu państwa. Głównym wykonawcą zadania było Konsorcjum Maxi Star. Wybór najkorzystniejszej oferty nastąpił w wyniku przeprowadzonego przetargu nieograniczonego.

Brak przeprawy dla mieszkańców gminy Marciszów po katastrofie mostu przez ostatnie trzy lata był niezwykle uciążliwy, sama miejscowość została podzielona na dwie części, co znacznie utrudniało komunikację mieszkańcom, którzy zostali zmuszeni pieszo posyłać swoje dzieci do szkoły, korzystając z najbliższego mostu na rzece Bóbr oddalonego o kilka kilometrów.

Literatura

1. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz. U., nr 63, poz. 735).
2. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U., nr 43, poz. 430).
3. PN-85/S-10030. Obiekty mostowe. Obciążenia.
4. Mańko Z. Rekonstrukcja zabytkowego mostu Tumskiego przez rzekę Odrę we Wrocławiu. Konferencja Naukowo-Techniczna „Mosty w Drodze do XXI Wieku”, Gdańsk-Jurata, 3–5 września 1997, t. II, s. 1005–1031.
5. Projekt odbudowy prześła mostu drogowego w ciągu drogi powiatowej w miejscowości Marciszów na rzece Bóbr. MK-PROJEKT, Smolec, kwiecień 2011.

THE CRASH OF STEEL TRUSS ROAD BRIDGE AND ITS REBUILDING

Abstract: A paper is described a disaster of steel bridge road over the river Bóbr in the village of Marciszów (Lower Silesia). The direct cause of the destruction of the bridge was passage on the span of trailers with a mass exceeding the permissible load utilities, despite facing a restrictive character to 3,5 Mg. Truck of approximately 12.0 Mg together with the structure of the bridge span slipped to the river completely destroying them. During the bridge disaster no one was hurt. After the crash the bridge fit only for demolition. After three years have elapsed since the destruction of the bridge closure to its reconstruction in the form of a composite bridge (steel + concrete) consisting of four main girders.

Keywords: road bridge, steel structure, truss span, rebuilding and reconstruction, composite span.