
Zlecniodawca : Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad Oddział w Szczecinie

ORZECZENIE TECHNICZNE

REMONTU MOSTU W CIĄGU DROGI KRAJOWEJ NR 10
W KM 100 + 303 NA ODCINKU RECZ – KALISZ POMORSKI
W MIEJSCOWOŚCI PROSTYNIA NAD RZEKĄ DRAWĄ
JNI 06150000

Zawartość:

ORZECZENIE TECHNICZNE

OKREŚLENIE KLASY OBCIĄŻENIA I NOŚNOŚCI UŻYTKOWEJ MOSTU

Nr egzemplarza

1

Funkcja	Imię, nazwisko	Nr upraw.	Data	Podpis
Opracował :	dr hab. inż. Arkadiusz Madaj	7121/133/P/2001	06.2008 r	

ORZECZENIE TECHNICZNE

1. Podstawa i przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest most drogowy na rzeką Drawą, w ciągu drogi krajowej nr 10 zlokalizowany w miejscowości Prostynia.

Celem opracowania przebudowa pomostu mostu w taki sposób, by jezdnia na obiekcie miała szerokość 7,0 m oraz ustalenie nośności eksploatacyjnej mostu po przebudowie.

Opracowanie wykonano na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad – Oddział w Szczecinie. Zlecenie GDDKiA O/Sz-P-2bk/4110/53/2007 nr umowy 01/2007 z dnia 20.11.2007 r

W opracowaniu wykorzystano:

- Projekt budowlano-wykonawczy remontu mostu przez rzekę Drawę w ciągu drogi krajowej nr 10 na odcinku Recz – Kalisz Pomorski w m. Prostynia – DROMOST, Zakład projektowania, Poznań, 2005
- Przegląd obiektu oraz uzupełniające pomiary inwentaryzacyjne przeprowadzone w lutym 2008 roku
- Normy: PN-85/S-10030: Obiekty mostowe Obciążenia [2].
- PN-91/S-10042: Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Wymiarowanie [3] Instrukcja do określania nośności użytkowej drogowych obiektów mostowych, GDDiK, Warszawa 2004
- Program obliczeniowy: Nośność użytkowa (wersja 4.2.1.1)

2. Charakterystyka obiektu

Most będący przedmiotem opracowania jest żelbetowym mostem belkowym. Most położony jest w skosie. Kąt skrzyżowania osi przęsła z osią przyczółków wynosi ok. 74°. Długość całkowita przęsła wynosi 17,92 m, a rozpiętość teoretyczna 17,15 m. W przekroju poprzecznym występują cztery dźwigary główne, o stałej wysokości i szerokości na długości. Dźwigary skrajne są wyższe od dźwigarów środkowych, ponieważ krawędź mostu została podniesiona – tworząc wspornik podchodnikowy, wyniesiony nad poziom jezdni. W wyniku remontu mostu dźwigary zostały zmienione kształt przekroju poprzecznego dźwigarów skrajnych, a mianowicie: dźwigar po stronie północnej został poszerzony (dodatkowa warstwa betonu po stronie zewnętrznej zbrojonego układem prętów o zmiennej grubości: od 10 do 20 cm. Ponadto, po stronie wewnętrznej oba dźwigary zostały poszerzone o 5 cm na wysokości 50 cm. Zgodnie z zachowaną dokumentacją oraz uzyskanymi informacjami od

Administradora obiektu, naprawy te były połączone z przebudową wspornika podchodnikowego po stronie północnej i były wynikiem napraw uszkodzeń korozyjnych betonu.

W wyniku kolejnego remontu przeprowadzonego w roku 2005 Dźwigary główne zostały wzmocnione na ścinanie za pomocą strzemion zewnętrznych, wykonanych z płaskowników, kotwionych do mocowanych za pomocą wklejanych kołków blach poziomych zlokalizowanych bezpośrednio pod płytą pomostową.

Dźwigary główne są połączone ze sobą płytą pomostową i układem poprzecznic. Poza poprzeczniami i poprzecznicą środkową w obiekcie występują dodatkowo cztery poprzecznice. Wysokość poprzecznic jest mniejsza od wysokości dźwigarów głównych. Osie poprzecznic, poza osiami poprzecznic skrajnych, są prostopadłe do osi dźwigarów. Osie poprzecznic skrajnych są równoległe do osi przyczółków.

Na moście aktualnie znajduje się jezdnia szerokości 5,90 m oraz dwa chodniki o szerokości 0,85 m każdy. Na krawędzi wspornika zamocowano tzw. barieroporcze. Nawierzchnia na jezdni jest bitumiczna. Na chodnikach brak jest nawierzchni – ruch odbywa się bezpośrednio na płycie pomostowej – wsporniku podchodnikowym.

Zbrojenie główne belek składa 7 z siedmiu prętów $\phi=34$ mm, w dolnej warstwie i przynajmniej z 4 prętów o tej samej średnicy w warstwie drugiej (minimalna liczba prętów ustalona na 4 wynika z faktu, że stwierdzono co najmniej taką liczbę prętów odgiętych z drugiej warstwy). W strefie przypodporowej stwierdzono przynajmniej dwa pręty odgięte, pod kątem 45° (początek odgięcia 1,5 m od lica skrajnej poprzecznicy) i kolejne dwa odgięte, o początku odgięcia w odległości 115 cm od lica skrajnej poprzecznicy. Stwierdzono występowanie strzemion ze stali gładkiej o średnicy $\phi 8$ mm, o średnim rozstawie co 25 cm.

Nośność mostu na zginanie oszacowano na zbliżoną do klasy C wg PN-85/S-10030. O tym do jakiej klasy most mógłby być zaliczony, zależy od rzeczywistej liczby prętów znajdujących się w drugim rzędzie zbrojenia, którą oszacowano w przedziale (4 do 7). Nośność odpowiadająca klasie C ma miejsce wtedy, gdy w drugiej warstwie występuje siedem prętów zbrojenia. Nośność na ścinanie nie odpowiadała natomiast nawet klasie D

Wykonane w ramach remontu wzmocnienie dźwigarów głównych dotyczyło jedynie wzmocnienia na ścinanie, przy czym nośność na ścinanie belek została poniesiona do klasy B. Nośność na zginanie pozostawiono bez zmian, uznając, że jest ona wystarczająca, przy przyjęciu planowanego okresu eksploatacji mostu na ok. 5 lat. Po tym czasie istniejący most miał być zastąpiony nowym obiektem.

3. Ocena aktualnego stanu technicznego mostu

Od czasu przeprowadzonego przeglądu w 2005 roku, stan techniczny mostu nie uległ widocznemu pogorszeniu. Nie zaobserwowano w zasadzie żadnych nowych uszkodzeń.

Natomiast przeprowadzone wzmocnienie na ścinanie spełniło swoją funkcję. Na wykonanej na dźwigarach głównych powłoce malarskiej nie zaobserwowano, by istniejące przed wzmocnieniem rysy ukośne uległy rozwarciu. Nie zaobserwowano również nowych rys ukośnych. W ogólnie dobrym stanie są podpory mostu. Brak jest w nich większych uszkodzeń.

Ponieważ w zasadzie, poza wzmocnieniem na ścinanie nie dokonano żadnych napraw konstrukcji, wszystkie opisane w opracowaniu z 2005 uszkodzenia korozyjne występują w dalszym ciągu, jakkolwiek praktycznie w tym samym natężeniu. Najpoważniejsze uszkodzenia dźwigarów głównych, które nie zostały naprawione w czasie ostatniego remontu, to uszkodzenia korozyjne zlokalizowane w miejscu oparcia belek. Występujące w tych miejscach ubytki betonu i lokalne ogniska korozji stali nie mają istotnego wpływu na aktualna nośność mostu. Uszkodzenia o podobnym charakterze występują również w skrajnych poprzecznicach.

Ponieważ przewiduje się przebudowę pomostu i pozostawienie mostu w dalszej eksploatacji, poza planowany w czasie wykonywania projektu wzmocnienia okres ok. 5 lat, istotnym zagrożeniem trwałości obiektu jest stwierdzona relatywnie duża głębokość karbonatyzacji betonu, przekraczająca lokalnie nawet 40 mm. Front karbonatyzacji, który doszedł do powierzchni zbrojenia stanowi realne zagrożenie przyspieszonej korozji zbrojenia. Potwierdzają to wykonane odkrywki, w których stwierdzono początki korozji stali zbrojeniowej, mimo że otulina zbrojenia nie była uszkodzona. Zagrożenie korozyjne stali zbrojeniowej potwierdzają również przeprowadzone w 2001 badania oporności otuliny zbrojenia.

Ponieważ w zasadzie nie zaobserwowano żadnych przecieków na powierzchni płyty pomostowej, można uznać że izolacja jest w ogólnie dobrym stanie. W złym stanie jest natomiast system odwodnienia mostu. Na moście brak jest urządzeń dylatacyjnych, a szczelina dylatacyjna zabezpieczona jest blachą stalową, która pokryta jest zalewka bitumiczna o zwiększonej odkształcalności. Zastosowane rozwiązanie powoduje, że nawierzchnia wokół przekrycia dylatacyjnego jest spękana, co sprzyja przenikaniu wody. Zastosowane rozwiązanie nie jest również trwałe i wymaga stałych napraw.

Nawierzchnia na moście jest w złym stanie. Występują liczne spękania oraz liczne łaty, świadczące wykonanych naprawach ubytków. Przyczyną szybkiego niszczenia nawierzchni jest jej wadliwa konstrukcja. Wykonana odkrywka w skazuje, że obiekcie znajduje się bardzo cienka warstwa bitumiczna (gr. 3 – 5 cm) ułożona na warstwie betonu wyrównawczego. W wykonanej odkrywce stwierdzono, że beton pod warstwą bitumiczną jest spękany, co powoduje, obniżenie nośności nawierzchni i sprzyja jej szybkiemu niszczeniu.

Ogólnie dobry jest natomiast stan bariero-poręczy.

Przeprowadzone badania wykazały, że aktualna wytrzymałość betonu jest bardzo niska i wynosi średnio:

- w ustroju niosącym: 16,7 – 23,3 MPa (w zależności od metody badawczej)
- w podporach 8,6 – 17,8 MPa

Przy czym należy podkreślić, że beton charakteryzuje się znaczną zmiennością wytrzymałości. W związku z powyższym nie oszacowano klasy betonu.

W związku z tym do obliczeń przyjęto, że wytrzymałość betonu w konstrukcji odpowiada klasie B15.

Również niska jest wytrzymałość betonu na odrywanie, która generalnie nie przekracza 1,5 MPa.

Wobec tak niskiej klasy betonu nie jest możliwe zastosowanie technologii za pomocą klejenia mat czy taśm z włókna węglowego. Ewentualne elementy wzmacniające muszą być mechanicznie kotwione np. za pomocą wklejanych sworzni.

4. Założenia do sposobu wzmocnienia przęsła.

Na podstawie ustaleń z Inwestorem przyjęto następujące założenia do wzmocnienia przęsła:

- jezdnia na obiekcie zostanie poszerzona symetrycznie do 7,0,
- nie zostanie zwiększona szerokość pomostu,
- nośność użytkowa mostu będzie odpowiadała klasie 1/S42
- wykorzystane zostaną wykonane w czasie ostatniego remontu elementy wzmacniające,
- nie przewiduje się zmiany podparcia przęsła i przebudowy przyczółków,
- w czasie remontu zostanie utrzymany ruch na moście.

Mając na uwadze powyższe wymagania przyjęto następującą koncepcję wzmocnienia:

- pozostawienie istniejących wsporników pochodnikowych, do których przewiduje się zamocowanie kap chodnikowych,
- do kap chodnikowych zostaną zamocowane sztywne bariero-poręcze, przyjęty sposób mocowania musi uwzględniać założenie nie zmienia szerokości pomostu,
- zwiększenie grubości płyty o ok. 20 cm; wielkość pogrubienia płyty pomostowej wynika z konstrukcji belki krawędziowej, która jest wyższa od pozostałych,
- płyta nadbetonu zostanie zespolona z istniejącą płytą pomostową, co pozwoli nie tylko na wyrównanie powierzchni płyty pomostowej, ale również na zwiększenie nośności dźwigarów,
- w celu zwiększenia nośności strefy rozciąganej dodane zostanie zbrojenie, mocowane do dodanych strzemion.

5. Analiza statyczno-wytrzymałościowa przęsła

Wykonane w 2005 roku wzmocnienie mostu podniosło jego nośność na ścinanie, nie zwiększono natomiast nośności mostu na zginanie. W cytowanej ekspertyzie ustalono, że nośność przekroju na zginanie można oszacować (nośność obliczeniowa) na:

$$M_{\max} = 2,7 \text{ MNm}$$

(przy 7 prętach w dolnej warstwie i 4 prętach w drugiej warstwie)

$$M_{\max} = 3,2 \text{ MNm}$$

(przy 7 prętach w dolnej warstwie i 7 prętach w drugiej warstwie). W konsekwencji aktualnie nośność mostu na zginanie odpowiada klasie D (przy założeniu, że w drugim rzędzie występują cztery pręty) i klasie C, gdy w drugim rzędzie są tylko cztery pręty, natomiast na ścinanie klasie B (po wykonanym wzmocnieniu). Ponadto jest możliwy przejazd przez obiekt pojazdów ponadnormatywnych o maksymalnym nacisku na oś 115 kN, przy założeniu, że rozstaw osi nie będzie mniejszy od 1,5 m (bez ograniczeń liczby osi) lub nacisku 120 kN, przy założeniu, że liczba osi zostanie ograniczona do ośmiu, a ich rozstaw zostanie również ograniczony do ośmiu.

Ponieważ, dotychczasowa szerokość jezdni na moście wynosiła 5,84 była zbyt mała, ustalono jej poszerzenie do 7,0 m. Skutkiem tego jest przesunięcie krawędzi jezdni o 58 cm, w kierunku skraju przęsła. Powoduje to zwiększenie obciążenia dźwigara skrajnego. Wyniku przesunięcia krawędzi jezdni następuje zwiększenie obciążenia dźwigara skrajnego o 20%. Uwzględniając wzrost obciążenia ciężarem stałym nadbetonu i kapy, sumaryczny moment zginający dla klasy C wzrośnie do:

$$M_{\max} = 3,55 \text{ MNm},$$

a dla klasy D do:

$$M_{\max} = 3,25 \text{ MNm}$$

tj. wzrost w stosunku do obciążenia dźwigara skrajnego przy węższej jezdni o 16%.

W takim stanie, po przesunięciu krawędzi o 58 cm, nawet przy założeniu, że w drugim rzędzie występuje 7 prętów, nośność mostu nie odpowiada klasie C, a gdy w drugim rzędzie są cztery pręty nie odpowiada nawet klasie D.

Przeprowadzone analizy statyczno-wytrzymałościowe wskazują, że w celu uzyskania nośności eksploatacyjnej, konieczne jest podniesienie nośności przęseł w takim zakresie, by odpowiadała ona klasie obciążenia C wg PN-85/S-10030. Wykonane natomiast wzmocnienie na ścinanie pozwoliło na podniesienie nośności na siły poprzeczne do klasy B. Po przesunięciu jezdni w kierunku krawędzi mostu nośność na ścinanie będzie wystarczająca dla klasy C, tym samym nie będzie zachodziła konieczność wzmocnienia przęsła na ścinanie po poszerzeniu jezdni.

W celu uzyskania wymaganej nośności na zginanie odpowiadającej klasie C obliczono, że wymagane jest zespolenie istniejącej płyty pomostowej z płytą nadbetonu gr. 20 cm i dodanie zbrojenia w strefie rozciąganej o minimalnej pow. 70 cm². Uwzględniając dodane zbrojenie w postaci płaskich blach przyspawanych do strzemion z boku, konieczne jest dodanie zbrojenia w strefie rozciąganej o powierzchni ok. 50 cm² (5 ϕ 32)

6. Przyjęty sposób przebudowy i wzmocnienia

Podstawowym założeniem przyjętym przy opracowaniu sposobu przebudowy mostu było to, że **przebudowa ma charakter doraźny, a okres eksploatacji przebudowanego obiektu nie przekroczy 10-15 lat**. Po tym okresie zakłada się, że obiekt zostanie zastąpiony nowym obiektem. Jednym z istotnych czynników mającym wpływ na taki sposób postępowania jest przyjęty sposób wzmocnienia na ścinanie, który był opracowany, przy założeniu, że obiekt będzie maksymalnie eksploatowany przez 5 lat, a następnie zostanie przebudowany. Jeśli przewidywany okres eksploatacji obiektu miałby być dłuższy, to przedstawiony sposób remontu nie gwarantuje odpowiedniej trwałości oraz nie spełnia wszystkich kryteriów użytkowania i w związku z tym, ze względu na stan techniczny obiektu oraz fakt jego lokalizacji w ciągu drogi krajowej o bardzo dużym natężeniu ciężkich pojazdów należałoby istniejący obiekt zastąpić nowym.

W oparciu o przeprowadzone pomiary inwentaryzacyjne oraz obliczenia statyczno-wytrzymałościowe przyjęto następujący sposób wzmocnienia i przebudowy mostu:

- zostanie zdemontowana istniejąca nawierzchnia, aż do płyty pomostowej,
- zlikwidowane zostaną istniejące wpusty, a odwodnienie mostu zostanie zapewnione za pomocą odpowiedniego ukształtowania niwelety i odprowadzenia wody za obiekt,
- od spodu belek, do zewnętrznych strzemion dospawane zostaną dotykowe pręty zbrojenia (na całą długość obiektu); pręty te należy spawać do każdego strzemienia po zdemontowaniu nawierzchni, przed ułożeniem warstwy nadbetonu,
- wykonana zostanie nowa płyta nadbetonu, zespolona za pomocą stalowych sworzni wklejanych w płytę pomostową,
- na krawędzi pomostu zostaną zamocowane stalowe kotwy, wklejane w istniejący wspornik, które posłużą do mocowania kapy chodnikowej,
- na krawędzi kapy zostaną zamocowane wsporniki stalowe, które pozwolą na zamocowanie sztywnych bariero-poręczy,
- w celu ochrony dodanego zbrojenia, na spodzie belek zostanie wykonana warstwa torkretu.

Zaproponowany sposób wzmocnienia pozwoli na doraźne podniesienie nośności do klasy C wg PN-85/S-10030 oraz uzyskać nośność eksploatacyjną 1/S42 (wg „Instrukcja do określania nośności użytkowej obiektów mostowych” – IBDiM 2004). Zaproponowany sposób naprawy pozwoli również na dopuszczenie do ruchu przez okres 10-15 lat pojazdów ponadnormatywnych o maksymalnym nacisku na oś 115 kN, przy założeniu, że rozstaw osi nie będzie mniejszy od 1,5 m (bez ograniczenia liczby osi) lub nacisku na oś 120 kN, przy założeniu, że liczba osi zostanie ograniczona do ośmiu, a ich rozstaw również nie będzie mniejszy od 1,5 m. Ruch pojazdów ponadnormatywnych musi odbywać w osi mostu, przy braku ruchu innych pojazdów i ograniczeniu prędkości przejazdu do 10 km/h. Ponadto po wykonaniu remontu co roku wykonywać przegląd obiektu pod kątem sprawdzenia, czy w obiekcie nie wystąpiły uszkodzenia, które świadczyłyby o jego przeciążeniu, a przy przejeździe pojazdów ponadnormatywnych, każdorazowo gdy liczba transportów przekroczy 5.

Ze względu na zastosowany sposób wzmocnienia, a także ukształtowanie przekroju poprzecznego drogi (brak chodników) oraz sposób mocowania barier, zaleca się na odcinku drogi w miejscu usytuowania mostu ograniczyć prędkość pojazdów do 50 km/h.

Opracował :

dr hab.inż. Arkadiusz Madaj