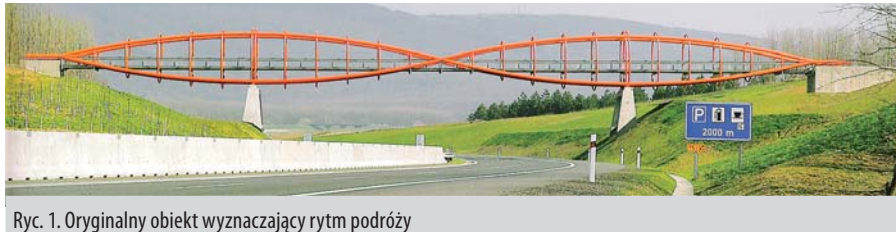


Wiadukty nad autostradami – estetyka a funkcjonalność, cz. 1

Wiadukty i rytm podróży

■ dr hab. inż. Grażyna Łagoda, Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej

Rozbudowa infrastruktury drogowej przyczynia się do pomnożenia liczności skrzyżowań. Drogi krzyżujące się z autostradami prowadzone są na różnych poziomach. Wynika to ze współczesnych zasad bezpiecznego ruchu pojazdów. Proces powstawania autostrad, modernizacja starych oraz budowa nowych dróg, krzyżujących się z autostradami, doprowadzi do zbudowania ponad 2000 zaplanowanych wiaduktów do 2012 r.



Ryc. 1. Oryginalny obiekt wyznaczający rytm podróży

Wiadukt nad autostradą, ze względu na swoje położenie, jest przedmiotem długotrwałej obserwacji przez wszystkich jej użytkowników. Staje się on integralną częścią ciągu drogowego i ważnym elementem krajobrazu. Ze względu na swoją długotrwałą ekspozycję dużego znaczenia nabiera zagadnienie, czy te wiadukty dobrze wpisują się w otoczenie, czy są estetyczne, dobrze utrzymane i czy w zależności od charakteru autostrady ich konstrukcja zgodna jest z duchem czasu i miejsca. Można spokojnie zaryzykować stwierdzenie, że obiekty te budzą emocje estetyczne bez względu na wrażliwość obserwatora.

Wprowadzenie

Biorąc pod uwagę liczebność nowo wybudowanych wiaduktów, najlepszym i najtańszym rozwiązaniem będzie oczywiście prefabrykacja. Takie praktyczne podejście podyktowane jest nie tylko znaczącą poprawą jakości dzisiejszych prefabrykatów w porównaniu do tych z ostatniego ćwierćwiecza XX w., ale przede wszystkim faktem, że powtarzająca się przeszkoda narzuca podobne rozwiązania przeszłości, a więc i podobne rozwiązania konstrukcyjne. W budownictwie mostowym mamy wiele rodzajów ustrojów nośnych, przydatnych do budowy wiaduktów, lecz przy perspektywie wznoszenia tysięcy takich obiektów, rozwiązania powtarzalne są konieczne. Aby uniknąć monotonii, czynnikami wnoszącymi urozmaicenie mogą być różnice w wyglądzie podpór i elementów wyposażenia, które przyczynią się do nadania nowo wybudowanym wiaduktom indywidualnego, regionalnego charakteru.

Odpowiedni projekt konstrukcji i elementów nadających obiektom indywidualny charakter może stać się warunkiem bezpieczeństwa jazdy, zapobiegającym szybszemu znużeniu i zmęczeniu kierowcy. Z drugiej jednak strony zbyt duża różnorodność mogłaby stworzyć wrażenie nieładu. Istnieje przecież wiele czynników rozpraszających kierowcę w czasie prowadzenia pojazdu. Mogą to być takie elementy drogi, jak pasy rozdzielcze, skrzyżowania, zjazdy, otoczenie korytarza autostrady, ukształtowanie skarp i nasypów, reklamy, zwłaszcza na wiaduktach i pasach rozdzielczych, i wiele innych. Tak więc znalezienie rozwiązania optymalnego, zapewniającego bezpieczną jazdę, to najważniejsze i wcale niełatwe zadanie projektanta odpowiedzialnego za odcinek autostrady.

W zależności od formy terenu i charakteru otaczającego środowiska należy dokonać starannego doboru rodzaju materiałów, schematów statycznych ustrojów nośnych, rodzaju wyposażenia i kolorystyki wiaduktu.

Nad autostradami, pośród obiektów powtarzalnych (jednak nieidentycznych) wskazane jest wykonanie szczególnej, nawet ekstrawaganckiej konstrukcji. Oryginalny obiekt łatwo może stać się znakiem w przestrzeni, wyznaczającym rytm podróży charakterystycznym punktem orientacyjnym (ryc. 1).

Stosowane i rozwijane technologie budowy wiaduktów uwzględniają techniczne i ekonomiczne problemy, natomiast kwestia oddziaływań estetycznych pozostaje w dalszym ciągu niedoceniona. Inżynier projektujący most powinien również

pamiętać o wrażeniach estetycznych obserwatorów czy użytkowników mostu, o charakterze otoczenia, powinien też uwzględnić w projektowaniu obiektu możliwość jego ewentualnych przeróbek w przyszłości, modernizację czy perspektywiczne zmiany układu komunikacyjnego, w którym się obiekt znajduje.

We współczesnym świecie wciąż rośnie znaczenie techniki, dlatego zasadna jest większa dbałość o jej stronę estetyczną, a co za tym idzie dostosowanie jej do natury ludzkiego życia. Rozwój sieci autostrad w Polsce wymaga przeprowadzenia poważnych studiów, których celem powinno być zbadanie możliwości rozwiązań konstrukcyjnych obiektów mostowych, dających ogólnie pozytywne wrażenie estetyczne, zwłaszcza z punktu widzenia kierowcy.

Wiadukty to specyficzny rodzaj obiektu mostowego. Ich masowość skłania niestety ku tendencji zmierzającej do koncentrowania się wyłącznie na spełnianiu wymogów konstrukcyjnych i ekonomicznych. Również niektórzy projektanci tkwią w irracjonalnej i płonnej nadziei, że właściwy wygląd konstrukcji w krajobrazie to problem, który sam się rozwiąże, któremu nie warto poświęcać zbyt wiele uwagi.

Choć estetyka zainteresowała się mostami dopiero w XX w., to jednak sztuka budowy mostów obficie korzysta z jej dorobku, pomnażanego na przestrzeni czasu. Jest to możliwe, zwłaszcza w odniesieniu do konstrukcji mostowych małych rozpiętości, dominujących na drogach swą liczebnością. Istnieje bowiem istotna różnica między mostami małymi a obiektami o dużej rozpiętości i o specjalnych układach konstrukcyjnych. W tej klasie rozpiętości mostów sprawy obliczeniowe i konstrukcja mają znaczenie wyraźnie większe, a niekiedy wręcz dominujące. Oczywiście, forma pozostaje ważna, ale nadaje się ją dopiero po rozwiązaniu spraw wytrzymałościowych i konstrukcyjnych.

Jest to procedura odwrotna w stosunku do tej, która została przypisana mostom mniejszym. Przy budowie mostów małych rozpiętości sprawy wymiarowania, technologii czy wyposażenia zwykle nie sprawiają większych trudności. Tutaj najważniejszym zagadnieniem do rozwiązania jest sprawa estetycznego ukształtowania, nad którą należy się najbardziej skoncentrować. Mając na uwadze wielką liczbę tych obiektów, nie można dopuścić do tego, aby ich wygląd pozostawiał cokolwiek do życzenia. Małym nakładem kosztów można uzyskać estetyczny wygląd wiaduktów, a tym samym uczynić nasze autostrady pięknieszymi.

Rodzaje ustrojów nośnych

Rozpiętości przęseł ustroju nośnego wiaduktu nad autostradą zdeternowane są najczęściej szerokością autostrady i raczej rzadko sposobem ukształtowania terenu. Rzeźba terenu niewątpliwie wpływa na położenie niwelety drogi przecinającej autostradę, zwykle jednak wysokość położenia ustroju nośnego wiaduktu nad trasą określona jest wielkością skrajni pionowej dla ruchu na autostradzie, wobec czego długości obiektów są do siebie zbliżone. Wiadukty o konstrukcji płytowej, belkowej lub ramowej różnią się między sobą jedynie liczbą przęseł. Zatem podział obiektu na przęsła wynika głównie z konstrukcji autostrady i najczęściej mamy do czynienia z wiaduktami jedno-, dwu-, trój- lub czteroprzęsłowymi.

Bardzo istotnym problemem w projektowaniu wiaduktów nad autostradami jest odpowiedni dobór właściwego schematu statycznego. W zasadzie wyboru należy dokonać pomiędzy dwoma systemami rozwiązań:

- wiadukty o lekkich podporach skrajnych (przyczółkach) i o czterech lub trzech przęsłach, jeżeli nie przewiduje się podpory w środku na pasie rozdziału,
- rozwiązania jedno- lub dwuprzęsłowe o solidnych przyczółkach.

Pierwsze rozwiązanie jest odpowiednie w przypadku, gdy autostrada prowadzona jest w szerokim wykopie z łagodnymi skarpami. Tutaj skrajne przęsła wiaduktu pozwalają na niezakłóconą linię łagodnie opadających skarp wykopu (ryc. 2).

Bardzo pozytywne rozwiązania dają jednoprzęsłowe, płaskie łuki ażurowe. Łuk wspiera się na skarpach i jednym przęsłem pokonuje szerokość całej autostrady. Najczęściej łuk ma wówczas małą wysokość i w kluczu łączy się z pomostem. Stanowi to bardzo lekką, niekolidującą z otoczeniem konstrukcję (ryc. 3).



Ryc. 2. Czteroprzęsłowy wiadukt o lekkich podporach skrajnych (przyczółkach)



Ryc. 3. Jednoprzęsłowy wiadukt o konstrukcji łukowej (Niemcy)



Ryc. 4. Wiadukt dwuprzęsłowy w ciągu drogi na nasypie



Ryc. 5. Jednoprzęsłowy wiadukt oparty na stromych, wysokich skarpach

Natomiast gdy autostrada biegnie po płaskim terenie, a droga ponad nią prowadzona jest na nasypie, wskazane jest zbudowanie jednego lub dwóch przęseł oraz solidnych przyczółków lub ścian oporowych, wychodzących z poziomu dolnej drogi lub autostrady (ryc. 4).

Jeżeli jednak autostrada znajduje się w głębokim wykopie o bardzo stromych skarpach lub między murami oporowymi

czy też w górach, to z uwagi na podział na przęsła, jako rozwiązanie eleganckie, najłżejsze, najprostsze i najbezpieczniejsze uznano ustrój jednoprzęsłowy (ryc. 5).

Wiele argumentów przemawia za tym, aby unikać podpory pośredniej w pasie rozdziału (zwłaszcza gdy jego szerokość jest niewielka). Jest to nie tylko postulat estetyczny, ale również racja wszystkich kierowców, a więc spełnienie wymogów



Ryc. 6. Konstrukcja ramowa pozwala uniknąć podpory między jezdniami. Na ostrym zakręcie, przy wąskim pasie rozdziatu, spełnienie tego postulatu bezpieczeństwa jest szczególnie ważne



Ryc. 7. Proporcje między rozpiętościami przęseł i wysokością podpór sugerują, że w tym przypadku mogłoby być lepsze rozwiązanie jednoprzęsłowe



Ryc. 8. Wiadukt łukowy z murowanymi ścianami czołowymi



Ryc. 9. Masywne przyczółki wymuszają ciężką balustradę, aby w tym przypadku mogła być spełniona zasada całości i prostoty formy

bezpieczeństwa ruchu na autostradzie. Konstrukcja o znacznej rozpiętości, najlepiej ramowa, wydaje się w takiej sytuacji najbardziej odpowiednia (ryc. 6).

Jak bardzo istotny jest dobór odpowiedniego schematu statycznego konstrukcji nad autostradą w górach, w głębokich wykopach, między stromymi skarpami, bardzo sugestywnie pokazuje rycina 7.

Konstrukcja o schemacie statycznym w postaci łuku ze ścianami czołowymi, ustrój belkowy lub rama jednoprzęsłowa (ryc. 8, 9, 10) wskazane są tam, gdzie pożądanym jest podkreślenie ciężkości obiektu. Takie sytuacje mogą mieć miejsce w krajobrazie leśnym, na terenach o charakterze zabytkowym lub tam, gdzie istnieją już stare, ciężkie, solidne przyczółki, wyraźnie oddzielone od reszty konstrukcji.

Prostota formy dotyczy poszczególnych części konstrukcji i polega na tym, że liczba elementów w konstrukcji jest dostatecznie mała i dostrzegalne są zależności między formą i funkcją każdego elementu. Na rycinie 9 przedstawiono obiekt, w którym ciężkie, masywne przyczółki z rozbudowanymi skrzydełkami i prosta w swojej formie belka ustroju nośnego stanowią jedność. Balustradę celowo wykonano z betonu w jednej płaszczyźnie z powierzchnią boczną belki, aby uzyskać wrażenie większej ciężkości i odpowiednią równowagę ustroju nośnego z masywną konstrukcją przyczółków. Wyraźnie widoczny jest tu wysiłek projektanta w celu poprawienia wizerunku obiektu.

Swobodnie podparte przęsła belkowe lub płytowe lepiej się prezentują, kiedy mają większe podniesienie wykonawcze niż ustroje nośne przy pozostałych schematach statycznych. Ponadto smukłość tych konstrukcji jest zdecydowanie najmniejsza, co czasami nie daje dobrego efektu wizualnego. Zbyt dużą wysokość konstrukcyjną, konieczną ze względów wytrzymałościowych, można „ukryć” przez redukcję wysokości konstrukcyjnej przy krawędziach w przekroju poprzecznym (ryc. 10) lub stosując wysunięte wsporniki (ryc. 11).

Wsporniki radykalnie łagodzą skutki małej smukłości, a efektywność tego zabiegu jest wprost proporcjonalna do ich wysięgu. Zwiększona w środku rozpiętości wysokość belki swobodnie podpartej na rycinie 11 (kształt zgodny z obwiednią momentów) złagodzona jest przez wysunięty wspornik chodnika oraz ukośne ściany przednie przyczółków.

Z lekkimi konstrukcjami łukowymi konkurują (przede wszystkim z powodów dużych kosztów budowy) trójprzęsłowe

układy ramowe z ukośnymi podporami (ryc. 12).

Konstrukcje ramowe o proporcjach wywodzących się z łuku dwuprzegubowego najkorzystniej prezentują się tam, gdzie cienkie u dołu podpory zwiększają swój przekrój ku górze (ryc. 12). W przypadku wyższych konstrukcji przyjmuje się proporcje łuku trójprzegubowego z mocno pocienionym rygłem w środku rozpiętości (ryc. 13). Kształt konstrukcji staje się lżejszy, smuklejszy i bardziej elegancki, a rozkład sił wewnętrznych jest bardziej zgodny z linią ciśnień.

Do typowych i często stosowanych ustrojów nośnych w budownictwie mostowym należą także kratownice (ryc. 14). Jednak przy budowie wiaduktów nad autostradami, nie należą one do obiektów preferowanych. Kratownice w ogóle są obiektami o najmniej akceptowanym wyglądzie. Spowodowane jest to brakiem czytelności formy i rozkładu sił wewnętrznych. Ze względu na swoją strukturę w naturalnym środowisku stanowią agresywny wtwór.

Wiadukty o innych schematach statycznych niż wyżej wymienione to konstrukcje podwieszane oraz wiszące. Powinny one być wyjątkowo starannie opracowywane i wskazane byłoby, aby występowały nad autostradą raczej jako nietypowe, szczególne obiekty, zwłaszcza w naturalnym krajobrazie.

Z punktu widzenia bezpieczeństwa wiadukt o konstrukcji łukowej w oczach kierowców samochodów ciężarowych jest najbardziej niekorzystny, niewygodny, niemal stwarzający zagrożenie. Ukształtowanie łuku wiąże się bowiem z wrażeniem, że im bliżej krawędzi jezdni, tym mniejsza jest pod nim wysokość prześwitu. Chociaż na autostradzie skrajnia jest zawsze zachowana, w psychice kierowcy łuk oznacza zagrożenie, że nie zmieści się pod wiaduktem, mimo że w najniższym punkcie wiadukt ma odpowiednią wysokość. Można obetrzeć jeden bok samochodu i go zniszczyć, a w najgorszym przypadku zerwać naczepę – mówią kierowcy. Wobec tego, aby uniknąć domniemanego zagrożenia, kierowcy wysokich samochodów mają tendencję pod tego typu wiaduktem trzymać się lewego pasa, który przeznaczony jest dla pojazdów szybszych.

Wiadukty o konstrukcji belkowej postrzegane są jako mniej niebezpieczne niż łukowe, ale w przypadku konstrukcji wieloprzęsłowej również niecałkowicie bezpieczne. Powodem takiego stanu rzeczy są podpory, które ograniczają widoczność i stwarzają niebezpieczeństwo zderzenia się z nimi.



Ryc. 10. Redukcja wysokości konstrukcyjnej w masywnym wiadukcie



Ryc. 11. Złagodzenie negatywnych skutków dużej wysokości ustroju nośnego przez wysunięty wspornik i ukośne ściany przyczółków



Ryc. 12. Trójprzęsłowy wiadukt ramowy



Ryc. 13. Wysoka rama, przypominająca swym kształtem łuk, zazwyczaj sprawia pozytywne wrażenie



Ryc. 14. Wiadukt kratownicowy nad autostradą

Za jedną ze sprawiających wrażenie bardziej bezpiecznych można uznać konstrukcję ramową, jako że nie posiada wad ustrojów nośnych wymienionych uprzednio. Jednak zdaniem kierowców najlepszy pod względem bezpieczeństwa jazdy jest wiadukt jednoprzęsłowy ze względu na największy prześwit.

Literatura

1. Łągoda G.: *Wiadukty nad autostradami – wybrane zagadnienia kształtowania konstrukcyjnego i estetycznego*. Warszawa 2001.

CZĘŚĆ DRUGA ARTYKUŁU UKAŻE SIĘ W NASTĘPNYM NUMERZE „NBI”