

## Bibliografia

- [1] Komenda Główna Policji, Wydział Profilaktyki i Analiz Biura Ruchu Drogowego, Wypadki Drogowe w Polsce w 2008 r. (2009) Warszawa
- [2] Stanton N. A., Barber, C. 2001. Error by design: methods for predicting device usability. *Des Stud.* 23 (4) s. 363-384
- [3] Salmon P., Stanton N., Walker G., Green D., Situation awareness measurement: A review of applicability for C4i environments. *Applied Ergonomics* (2006) nr 37, s. 225-238
- [4] Situation awareness. Publikacja dla początkujących kierowców na stronie internetowej: <http://www.2pass.co.uk>
- [5] Statystyki Policji [http://www.policja.pl/portal/pol/8/160/Wypadki\\_drogowe\\_w\\_latach\\_1985](http://www.policja.pl/portal/pol/8/160/Wypadki_drogowe_w_latach_1985)
- [6] Zdjęcie udostępnione przez serwis: radary w zastosowaniach lotniczych – [www.radary.az.pl/galeria\\_awacs.php](http://www.radary.az.pl/galeria_awacs.php) ■



ANDRZEJ JAROMINIAK

W artykule przedstawiono podstawowe pojęcia i poglądy dotyczące estetyki obiektów mostowych wynikające z uwarunkowań środowiskowych. Omówiono bardziej szczegółowo zasady poprawnego, w aspekcie tych uwarunkowań, projektowania przyczółków, ścian oporowych i ekranów przeciwhałasowych. Pominęto konstrukcje przęsła i filary, gdyż ich estetyka była tematem wielu krajowych publikacji [2÷5]. Artykuł powstał na kanwie referatu przygotowanego na Krajową Radę Mostową zorganizowaną przez GDDKiA Oddział w Rzeszowie, która odbyła się w Świlczy 22 października 2009 r.

## Podstawowe pojęcia

Starogreckie słowo *aisthetike* (estetyka) oznacza naukę o postrzeganiu – dziedzinie, która jest przedmiotem zainteresowania filozofii, fizjologii i psychologii. Estetyka nie ogranicza się tylko do formy przedmiotu, ale obejmuje również jego otoczenie, światło, cienie i barwę.

Teorie preferencji estetycznych w dziedzinie architektury można ująć w czterech kategoriach: geometrycznej, racjonalnej, rzeźbiarskiej i strukturalnej [1], [2], [6÷8].

### Teorie geometryczne

Ich podstawą jest przeświadczenie, że pewne rzeczy lub odczucia uważamy za piękne, gdyż odpowiadają wzorcom istniejącym w naszych systemach poznawczych. Proporcje geometryczne określane matematycznie stanowiły podstawę wspaniałej klasycznej architektury greckiej.

Pitagoras (572–497 przed Ch.) zauważył, że stosując proporcje zachodzące między małymi liczbami całkowitymi (1:2, 2:3, 3:4, 4:5) uzyskuje się przyjemne wymiary i dźwięki. Źródła harmonii pitagorejskich prawdopodobnie pochodzą ze starszych kultur – sprzed około 3000 lat – takich jak egipska, babilońska i chińska.

### Teorie racjonalne

Według tych teorii odpowiadają nam obiekty, których kształt klarownie odzwierciedla ich funkcje.

## Obiekty mostowe a środowisko – determinanty estetyki

### Teorie rzeźby

Efektom rzeźby są obiekty trójwymiarowe mające wywoływać emocje, przekazywać idee. Według teorii rzeźby podobają się nam te obiekty, których kształty wzbudzają emocje lub odzwierciedlają idee zgodne z naszymi potrzebami lub systemami wartości.

### Teorie strukturalne

Twierdzą, że uważamy za ładne te obiekty, które klarownie odzwierciedlają swoje zachowanie konstrukcyjne. Według teorii strukturalnej jest to efektem posiadanego przez nas dziedzicznego instynktu równowagi, będącego następstwem zmagania się człowieka z grawitacją od dnia, gdy zaczyna chodzić.

Budowa mostów jest zaliczana do „sztuki strukturalnej”, analogicznej, jak architektura, rzeźba i malarstwo, ale ma własne wymagania, którymi są:

- *efektywność*: minimum materiałów, regulowana przez bezpieczeństwo
- *ekonomia*: minimum kosztów, regulowana przez przydatność użytkową i nadawanie się do utrzymania
- *elegancja*: maksimum osobistej ekspresji projektanta, regulowana przez efektywność i ekonomię.

W teorii architektury artystyczne wyrażenie w wyglądzie budowli środkami architektonicznymi pracy konstrukcji i jej materiału, uzewnętrznienie w wyglądzie budowli jej specyfiki konstrukcyjnej i technologicznej jest nazwane **tektoniką**. Mosty wyróżniają się bardzo wyraźną specyfiką techniczną konstrukcji i działających w niej sił. Dlatego poprawność tektoniczna jest jednym z głównych środków artystycznego oddziaływania na widza architektonicznych form mostów.

Podstawę rozważań na temat estetyki mostów stanowi pięć fundamentalnych idei:

1. Każdy most wywołuje wrażenie estetyczne.
2. Ludzie mogą zgadzać się, które mosty są piękne, podobnie jak obrazy i utwory muzyczne.
3. Inżynierowie odpowiadają za estetykę swoich mostów.
4. Inżynierowie powinni dbać o ładny wygląd mostów, na równi z ich wytrzymałością, bezpieczeństwem i kosztem.
5. Projektowanie mostów estetycznych jest umiejętnością, którą inżynierowie budowlani mogą zdobyć i rozwijać tak, jak każdą inną umiejętność.

## Dziesięć determinantów wyglądu obiektów mostowych

Pierwsze wrażenia wywołane przez obiekt mostowy są rzadko tłumione przez późniejsze informacje. Ludzie przede wszystkim widzą kształty wielkich elementów konstrukcyjnych. Następnie ich kolor. Z kolei, jeżeli pozwala na to czas i odległość – dostrzegają szczegóły mostu. Z tego wynika dziesięć najważniejszych determinantów wyglądu obiektu mostowego i kolejność ich ważności. Oto one:

1. **Geometria w pionie i poziomie:** wysokość konstrukcji, zakrzywienie w jednej, lub w dwóch płaszczyznach, usytuowanie względem obiektów wyróżniających się w jej otoczeniu.
2. **Rodzaj konstrukcji mostu:** czy konstrukcja jest łukiem, belką, ramownicą, kratownicą, czy konstrukcją podwieszoną.
3. **Lokalizacja i wysokość filarów:** są to parametry, które nie tylko określają miejsca stykania się mostu z ziemią, ale także ustalają kształt otworów kadrowanych przez filary i konstrukcję górną.
4. **Lokalizacja i wysokość przyczółków:** określają w jaki sposób most zaczyna się i kończy, a w przypadku krótszych obiektów, jak są ukształtowane podpory skrajne.
5. **Ukształtowanie konstrukcji mostu z uwzględnieniem szczegółów (w tym balustrady i poręczy):**
6. **Ukształtowanie filara:** widziane z wielu punktów, zwłaszcza pod kątem ukośnym do mostu; kształty filarów mają duży wpływ na wrażenia wywoływane przez obiekt mostowy.
7. **Ukształtowanie przyczółka:** najbardziej zwracają uwagę przyczółki, gdy przy końcach obiektu mostowego są wejścia/zejścia z niego.
8. **Kolor:** ma wpływ na efekt wszystkich uprzednio podjętych decyzji.
9. **Tekstura i ornamentyka powierzchni:** mogą zwiększyć zainteresowanie widza i wyrazistość elementów obiektu mostowego.
10. **Oznakowania, oświetlenie i ukształtowanie krajobrazu:** faktycznie nie stanowią części konstrukcji, ale mogą mieć duży wpływ na jej impresję estetyczną.

Zależnie od wielkości, położenia i szczegółów obiektu mostowego wymienione determinanty mogą wpływać na jego wygląd korzystnie, nieistotnie, albo bardzo negatywnie.

## Przedmiot, kontekst i czas

Obiekt mostowy jest postrzegany w kontekście jego otoczenia. Leonhard [7] napisał: „Charakterystyki estetyczne są wyrażane nie tylko przez formę, kolor, światło i cienie obiektu, ale także przez jego bezpośrednie otoczenie; stąd estetyka obiektu zależy także od jego środowiska”.

Obiekt mostowy i jego otoczenie są trójwymiarowe, a więc wrażenia wywoływane ich widokiem zależą od punktu patrzenia. Natomiast w dyskusjach nad estetyką mostów zwykle jest pomijany czwarty wymiar – czas. Obserwator obiektu zwykle nie jest świadomy wpływu czasu, gdyż i obiekt i obserwator istnieją w tych samych czterech wymiarach. Jednak rola czasu w percepcji i ocenie obiektu przez obserwatora jest często decydująca.

Obiekt i obserwator istnieją w takim samym kontekście, czasu ich życia zachodzą na siebie. Obiekt biernie promieniuje swoje cechy estetyczne. Natomiast obserwator jest człowiekiem ciągle zmieniającym się, który ocenia cechy obiektu, porównuje go ze swoimi dotychczasowymi doświadczeniami i swoimi oczekiwaniami.

Obserwator ma indywidualne poczucie piękna, zależne od wykształcenia, pochodzenia socjalnego i rodzinnego, od otoczenia geograficznego i własnego doświadczenia. To jednak nie wyklucza u wielu osób ewolucji smaku. Ale zawsze smak zależy także od trzech współrzędnych przestrzennych (tzn. otoczenia) i współrzędnej czasu (epoki historycznej swojego czasu). Stąd jeżeli nowe konstrukcje mają zdobyć uznanie społeczne, to muszą odzwierciedlać oczekiwania artystyczne i odpowiadać smakowi swojego czasu. Calatrava twierdzi: „Usiłuję tworzyć mosty, które mają prosty wygląd. Aby podobały się współczesnemu człowiekowi stosuję nowoczesny beton i stal oraz nowoczesne techniki budowy...” (ale w rzeczywistości większość dzieł Calatravy trudno uznać za cechujące się prostotą wyglądu).

Jak odbierany jest wygląd mostu, to w dużym stopniu zależy od tego co widać wokół niego. Wiele obiektów mostowych jest widocznych w środowisku utworzonym przez drogę zajmującą szeroki pas terenu, rozciągający się do horyzontu lub przez skomplikowane węzły drogowe.

## Środowiska infrastruktury drogowej

Jak postrzegamy obiekt mostowy, to w dużym stopniu zależy od otaczającego go środowiska – krajobrazu. Inne percepcje wywołuje u ludzi most widoczny, na przykład, w mieście na tle wieżowców i inne – na tle gór.

### Środowisko naturalne

Zakres możliwych środowisk naturalnych jest ogromny. Występuje zagadnienie ich ukształtowania, do którego dochodzą barwy zmieniające się między miejscami i zależnie od pory dnia i roku. W końcu są różnice tekstury krajobrazu tworzonej przez istnienie lub brak roślinności, przez różne rodzaje roślin i różne materiały powierzchni terenu. Nie jest możliwe uwzględnienie wszystkich tych różnic w obiekcie mostowym. Natomiast bywa możliwe wybranie rodzaju i kształtu konstrukcji, które będą wzmacniane przez cechy charakterystyczne środowiska naturalnego.

### Środowisko drogi publicznej

Istotą drogi publicznej jest ruch. Widać na niej mnóstwo pojazdów pędzących wzdłuż różnych tras z dużymi prędkościami. Pojazdy skupiają się i rozpraszają na drodze w najprzeróżniejszy sposób. W głównych węzłach drogowych warunki ruchu pojazdów są tak skomplikowane, że trasy pojazdów są umieszczone w różnych miejscach i na wielopoziomowych obiektach mostowych. Względy bezpieczeństwa wymagają stosowania pod obiektami możliwe dużych, „czystych” otworów i dużych skrajni, sytuowania tych otworów równoległe lub pod małym kątem do linii ruchu oraz minimalizowania liczby barier. Poprawia to zarówno komfort psychiczny kierowców, jak i wrażenia estetyczne podróżujących drogą. Duże otwory pod obiektami umożliwiają kierowcom zobaczenie tego co jest za obiektami i nastąpi za chwilę. Duże otwory powodują rów-

niez, że pionowe linie podpór obiektów mostowych, które podświadomie wywołują u kierowców wrażenie zagrożenia, są poza polem koncentracji ich uwagi, a dominującymi są linie poziome, generujące pozytywne odczucia.

Aby spełnić wszystkie te wymagania jest konieczne wczesne skomunikowanie się projektantów drogi i obiektu mostowego, inżynierów ruchu i architektów krajobrazu. Skoordynowanie prac wszystkich tych specjalistów na wczesnym etapie prac projektowych stwarza warunki, w których bez pogorszenia bezpieczeństwa ruchu lub zwiększenia kosztu budowy, można uzyskać znaczące efekty estetyczne. Wczesna ocena warunków ruchu pozwala określić bezpieczne położenia podpór obiektu mostowego. Koordynacja wielodyscyplinarnych opracowań wpływa także korzystnie na ich wzajemne relacje. Na przykład, przesunięcie z cienia w światło ukośnego połączenia drogi z pochylnią dojazdu na obiekt mostowy poprawia widoczność wjazdu na pochylnię i przez to bezpieczeństwo ruchu. Dobra widoczność drogi w obszarze wjazdu na pochylnię ułatwia kierowcom zorientować się także w geometrii drogi i bezpieczne poruszanie się w węzłach sieci drogowej.

Środowiska nowoczesnych dróg publicznych, wskutek ich dużych szerokości i dużych promieni łuków oraz łagodnych pochyłości, dominują w krajobrazie. Na ich tle większość obiektów mostowych stanowi relatywnie mały element krajobrazu. Dlatego, oraz ze względu na poziomą naturę ruchu pojazdów na obiektach, korzystne wrażenie estetyczne daje w większości przypadków uwydatnienie poziomych elementów obiektów, które kształtują łagodnie pochylone obszary krajobrazowe. Są wyjątki. W dużych wielopoziomowych węzłach drogowych wieloprzęsłowy obiekt mostowy lub kilka takich obiektów położonych blisko i zachodzących na siebie tak bardzo wyróżnia się w krajobrazie, że stwarza własne środowisko. Wrażenia wizualne wywoływane przez zespoły obiektów mostowych wymagają starannego przestudiowania, aby właściwie rozwiązać je pod względem konstrukcyjnym i estetycznym. Wrażenie koherencji wizualnej można uzyskać przez zaprojektowanie wszystkich obiektów skrzyżowania z jednego rodzaju konstrukcji (np. skrzynkowych dźwigarów stalowych), dostosowanej do różnych rozpiętości przęseł i wymaganych skrajni.

### Środowisko miejskie

Obiekty mostowe w miastach często wymagają użycia ścian oporowych i często są w cieniu budynków. W tych warunkach najważniejsza jest ciągłość linii poziomych geometrii drogi, które są widziane przez kierowców – powinny ich prowadzić w możliwie największym zakresie przestrzeni wizualnej.

W środowisku miejskim ważne są miejsca widokowe dla pieszych i widoki oglądane przez jadących wolno kierowców. Jadąc drogą szybkiego ruchu nie zauważa się w obiektach mostowych tekstury o niewielkich wymiarach, detali i specjalnych materiałów, natomiast te czynniki mogą być wartościowe wizualnie w obiektach miejskich.

### Tworzenie krajobrazu

Tworzenie krajobrazu może być bardziej ekonomicznym i efektywnym sposobem wzbogacenia wyglądu obiektu mostowego i zwiększenia zainteresowania nim niż specjalne wy-

kończenie powierzchni obiektu lub zastosowanie w nim specjalnych materiałów. Celem kształtowania krajobrazu powinno być uwydatnienie atrakcyjności obiektu mostowego, a nie zakrycie niefortunnych jego szczegółów. Nie wolno dopuścić do rozwoju roślinności zakrywającej elementy obiektu mostowego ważne dla jego postaci wizualnej.

**W obszarach wiejskich wykorzystuje się krajobraz do uwydatnienia ciągłości przestrzeni z obu stron obiektu mostowego.** Jednym ze sposobów osiągnięcia tego jest użycie jednakowego rodzaju roślinności na odcinkach o odpowiedniej długości po obu stronach obiektu mostowego (z minimalną przerwą pod konstrukcją).

**Do zabezpieczania skarp pod konstrukcją przęseł należy stosować materiał występujący w krajobrazie.** Gdy skarpa pod obiektem mostowym jest zabezpieczona betonem, to wydaje się ona częścią obiektu – zatracają się różnice pomiędzy nim i skarpią. Powoduje to, że obiekt mostowy wydaje się dłuższy i ciężki. Dlatego zabezpieczenie skarp powinno być wykonane z materiału występującego w krajobrazie, na przykład z narzutu kamiennego. Lepiej nadaje się do tego kamień o ciemnej barwie. Zabezpiecza się konstrukcyjnie skarpy tylko pod obiektem mostowym, gdzie nie może rozwijać się roślinność.

**Na terenach zurbanizowanych należy łagodzić kontrast między obiektami mostowymi i zabudową.** Na tych obszarach wiadukty, ściany oporowe i ekrany przeciwhałasowe przytłaczają krajobraz. W takich warunkach poprawiają samopoczucie użytkowników dróg zespoły roślinności gatunków, które występują w tej okolicy.

**Ukształtowanie i kolorystyka krajobrazu powinny odpowiadać obiektowi mostowemu.** Każdy krajobraz ma własną postać i barwy. Z nimi powinny być zharmonizowane kształty i kolory obiektu mostowego. Dlatego członkiem zespołu opracowującego koncepcję obiektu mostowego powinien być architekt krajobrazu.

### Lokalizacja przyczółków i ścian oporowych przy przyczółkach

Lokalizacja przyczółków i pobliskich ścian oporowych wpływa na wrażenia wielkości i wyglądu całego obiektu mostowego – może powodować wrażenia pozytywne lub negatywne. Zależy to w dużym stopniu od topografii terenu oraz położenia przyczółków i ścian oporowych względem innych, pobliskich obiektów mostowych.

#### Przyczółki

Są zakończeniem obiektu mostowego oraz łączą jego końce z ziemią – wizualnie i konstrukcyjnie. Położenie przyczółków decyduje o percepcji ogólnych proporcji obiektu jedno-przęsłowego. Ale także w obiektach dwu-, trój-, czteroprzęsłowych, mimo że przyczółki stanowią w nich małą część całego obiektu, gdy oba są równocześnie widoczne, to obramowują obiekt i należą do jego głównych elementów wizualnych. Dlatego w obiektach mostowych, zwłaszcza przekraczających drogi, właściwa lokalizacja przyczółków ma duże znaczenie dla wyglądu całego obiektu.

Na przykład, wysokie ściany przyczółków stwarzają dla kierowców dominujące ograniczenia i zastępują widok za obiek-

tem mostowym. Zmniejsza to bezpieczeństwo ruchu pojazdów. Można poprawić jego warunki przesuwając przyczółki do wierzchu skarp nasypu/wykopu, dodając filary przy krawędziach poboczny drogi i przesła skrajne. Jednak takie rozwiązanie, chociaż daje lepszą widoczność, to wskutek zlokalizowania filarów przy drodze, stwarza zagrożenie dla użytkowników drogi. Dlatego współczesną tendencją jest budowa obiektów mostowych nad drogami bez filarów przy jezdniach, z przyczółkami zlokalizowanymi w skarpach, w miejscach wynikających ze skrajni i ekonomiczności konstrukcji wiaduktu.

Współczesne zasady kształtowania wiaduktów wynikają z uwzględniania w projektowaniu ich konstrukcji względów estetyki i bezpieczeństwa ruchu drogowego – kierowania się względami funkcjonalnymi i estetycznymi. Dlatego wymaga się, aby rozwiązanie wiaduktu zapewniało możliwie rozległy widok z drogi na to, co jest za wiaduktem. Generalną konsekwencją jest zwiększenie kosztu konstrukcji przęseł, a zmniejszenie kosztu podpór. W pewnych przypadkach koszty obu tych części wiaduktu równoważą się. Ale nawet, gdy są różne to projekty bywają akceptowane, gdyż uznaje się, że poprawa bezpieczeństwa i lepszy wygląd wiaduktu są warte dodatkowych kosztów.

Na wygląd przyczółka związany z jego położeniem wpływają: wysokość konstrukcji przęsła, ściany czołowej przyczółka i skrajni pod wiaduktem oraz stosunki między tymi wysokościami.

Przyczółek może mieć różną postać: od masywnej ściany oporowej – do małego cokołu posadowionego w skarpi nasypu lub wykopu. Przy małej wysokości przyczółków wiadukt wydaje się lżejszy, natomiast przy dużej – wygląda na ciężki i w krajobrazie bardziej agresywny, zaś widok za wiaduktem jest ograniczony, a w skrajnym przypadku – zamknięty.

Ze względów estetycznych należy unikać wysokich przyczółków chyba, że chce się, aby wizualnie dominowały w obiekcie mostowym.

W obiektach mostowych z trzema lub większą liczbą przęseł umieszczenie przyczółków przy wierzchu skarp i nadanie im postaci niskich cokołów stwarza estetyczne zakończenie konstrukcji przęseł. Dlatego w takich obiektach przyczółki powinny być możliwie niskie. Efektem jest wizualne wydłużenie konstrukcji przęseł skrajnych, zwiększające wrażenie jej smukłości i korzystne estetycznie, uwydatnienie dominacji w obiekcie mostowym elementów poziomych.

W obiektach mostowych mających konstrukcję przęseł ze znacznym spadkiem podłużnym (końce na wyraźnie różnych wysokościach) oraz widoczne jednocześnie oba przyczółki, lokalizacja i wysokość przyczółków mają znaczący wpływ na estetykę obiektu. Powszechnie przyjmowana taka sama wysokość obu przyczółków lub/i taka sama ich odległość od dolnej krawędzi skarpy (albo najbliższego filara) powoduje niezrównoważony wygląd obiektu mostowego. Dobry efekt estetyczny uzyskuje się określając wysokości przyczółków według zasady:  $h_1/c_1 = h_2/c_2$ , przy czym  $h_1/c_1$  jest stosunkiem wysokości ściany czołowej korpusu przyczółka przy niższym końcu obiektu do wysokości skrajni pionowej w miejscu dolnej krawędzi skarpy, w której jest on usytuowany, zaś  $h_2/c_2$  – stosunkiem analogicznych wysokości przy wyższym końcu obiektu.

W przypadku niskich przyczółków osadzonych w skarpach zdarza się, że po paru latach załania je roślinność. Konsekwencje wizualne zależą od ogólnej koncepcji obiektu mosto-

wego. W obiektach jedno- i dwuprzęsłowych niewidoczność przyczółków wywołuje u widza wrażenie niepewności – jak most jest podparty? Natomiast w przypadku obiektów mostowych mających trzy lub więcej przęseł może powstawać wrażenie, że końce skrajnych przęseł są wspornikami zwłaszcza, gdy wysokość ich konstrukcji zmniejsza się w kierunku końców obiektu. Wtedy niewidoczność przyczółków jest mniej niepokojąca.

Zwykle najlepiej wyglądają obiekty mostowe z przyczółkami mającymi skrzydła równoległe do jezdni na obiektach. Wtedy skrzydła wizualnie wydłużają konstrukcję przęseł powodując, że wydaje się dłuższa i lżejsza. Na takich skrzydłach jest miejsce na zakończenie barier ochronnych jezdni na dojeździe do obiektu.

Należy unikać lokalizacji skrzydeł w połowie kąta pomiędzy jezdnią na obiekcie i jezdnią pod nim, gdyż wtedy skrzydła stają elementem bez związku z obiema jezdniami. Tworzą przy tym trójkątne powierzchnie krajobrazu, które w poziomie obiektu i drogi pod nim trudno obsadzić roślinnością i ją utrzymać. Wymagają także dodatkowych barier ochronnych i odrębnych balustrad.

Trudność stwarzają przyczółki wiaduktów usytuowanych w dużym skosie. Gdy przyjmie się ścianę czołową przyczółka równoległą do jezdni pod wiaduktem, to ściana jest długa i powierzchnie skarp nasypu dojazdu do wiaduktu są duże. Powoduje to, że skarpy stają się głównym elementem wizualnym. Wygląd mogą jeszcze pogorszyć duże skrzydła, gdy konwencjonalny most belkowy dostosowuje się do dużego skosu.

Poprawia wrażenia wizualne umieszczenie przyczółka w nasypie i pod kątem prostym do osi drogi na wiadukcie, gdyż zmniejsza widzianą wielkość nasypu przy jezdni. Chociaż takie rozwiązanie wymaga dłuższego przęsła, jednak jest kompensowane przez zmniejszenie długości i wysokości przyczółka, a także znacznie upraszcza jego obliczenia i konstrukcję, a także budowę.

Przy ustalaniu położenia przyczółków obiektu mostowego w skosie należy uwzględnić, że zmniejszenie wysokości przyczółków może znacznie wydłużyć przęsła skrajne. A to wymaga zwiększenia ich wysokości i może zniweczyć lekkość konstrukcji. W takim przypadku wysokość konstrukcji przęseł staje się ważniejsza niż wysokość przyczółków.

W przypadku dużych skosów, ściany oporowe przy przyczółkach wiaduktów rozmieszcza się wzdłuż jezdni dolnej.

## Ściany oporowe

Ściana oporowa jest wizualnie elementem pośrednim pomiędzy topografią terenu i geometrią drogi, które stanowią stałe tło ściany. Często wysokość i położenie ściany są przyjmowane w sposób mechaniczny, jako połączenie drogi i terenu. A to powoduje, że ściany oporowe miewają kształty sprawiające wrażenie przypadkowych i nieuporządkowanych. Dostosowanie położenia oraz wysokości ściany do terenu i drogi umożliwia uzyskanie korzystnego efektu estetycznego.

W przypadku dwóch jezdni usytuowanych na różnych poziomach zaleca się umieszczenie ściany oporowej możliwie najbliżej jezdni górnej. Wtedy powstaje przestrzeń powyżej krawędzi jezdni dolnej co, wskutek odsunięcia ściany od tra-

sy przejazdów, jest korzystnie odbierane przez kierowców i zwiększa bezpieczeństwo ruchu. Górna jezdnia i tak wymaga bariery od strony jezdni dolnej, a więc zbliżenie ściany oporowej do jezdni górnej nie pogarsza bezpieczeństwa ruchu. Odsunięcie ściany od krawędzi jezdni dolnej umożliwia także przyjęcie trasy ściany niezależnie od geometrii tej jezdni, co ułatwia estetyczne ukształtowanie ściany.

Środowisko drogi charakteryzuje się ciągłymi, zakrzywionymi powierzchniami. Jakiegokolwiek proste krawędzie i kąty wyglądają w tym środowisku sztucznie, a nawet niebezpiecznie. Dlatego, aby zharmonizować ścianę oporową ze środowiskiem drogi trasa ściany wzdłuż drogi powinna mieć ciągłe, łagodne krzywizny, odpowiadające geometrii drogi i topografii terenu. Natomiast ściany mające uskoki i przesunięcia poprzeczne wyglądają w środowisku drogi sztucznie, niewłaściwie.

Zasadę ciągłych, łagodnych krzywizn stosuje się także w kształtowaniu wierzchów ścian oporowych. Odzwierciedlają ją łagodzą wtedy topografię terenu, tak jak ukształtowanie według tej zasady ściany w planie. Profil wierzchu ściany mający łagodne krzywizny wygląda na zharmonizowany z terenem, natomiast z uskokami i nierównościami – wygląda źle.

Generalnie, podane zasady trasowania i kształtowania ścian oporowych obowiązują także na obszarach miejskich. Z tym, że topografię tych obszarów tworzą ulice i budynki, a zatem w scenerii miejskiej właściwe wydają się ściany trasowane prostoliniowo zwłaszcza, że to odpowiada także potrzebom wizualnym użytkowników ulic.

## Ekran przeciwhałasowe

Ekran są często w polu widzenia bardzo dużymi elementami. Zwykle nie muszą być równoległe do drogi, a więc projektanci przyjmują ich trasy kierując się położeniem rowów odwadniających lub granicami własności. A to powoduje, że w widoku użytkownika drogi ekran wydaje się poszczerbiony, przedziwnie zbliża się i oddala od drogi i jego trasa jest niekonsekwentna w stosunku do topografii terenu. Ponadto, niepokojące wrażenia wywołuje zbyt częsta zmiana wysokości ekranu, komplikująca profil jego wierzchu.

Do ekranów ma zastosowanie wiele zasad dotyczących ścian oporowych, a w szczególności trasowania w poziomie.

Ekran przeciwhałasowe powinny być umieszczane wzdłuż długich, łagodnych krzywych, zharmonizowanych z głównymi obiektami topografii terenu. Do trasy o takiej krzywiznie można łatwo dostosować ekran, także z systemu betonowych prefabrykatów. Nawet w przypadku promienia krzywizny trasy około 230 m, wystarczy przesunąć słupki ekranu, każdy tylko o kilka stopni. Jest to możliwe, gdyż mieści się w zakresie tolerancji wykonania elementów systemu prefabrykatów.

Jeżeli ekran ma być zlokalizowany wzdłuż granicy czyjejs własności, to miewa trasę zygzakowatą. Ale i wtedy ogólna trasa powinna być przyjęta wzdłuż łagodnych krzywych.

Jeżeli wierzch ekranu przeciwhałasowego znajduje się w polu widzenia użytkowników drogi, to zwykle jest w jej scenerii najbardziej wyróżniającym się elementem zwłaszcza, gdy barwa ekranu kontrastuje z tłem topograficznym. Ukształtowanie ekranów powinno być dostosowane do topografii terenu i koniecznego profilu tłumienia akustycznego. Elementy,

które wpływają na efektywność tłumienia są zwykle niewi- doczne. W końcu, ekrany są często budowane z systemów wielkich prostokątnych paneli. A to powoduje, że miewają kształty nieregularne i zmiany ich wysokości wywołują niepokojące wrażenie irracjonalnych stopni, bez wizualnego odniesienia do czegokolwiek w widocznej scenerii.

Ukształtowanie wierzchu ekranu powinno być kojarzone przez użytkowników drogi z jakąś widoczną przez nich cechą topografii terenu. Zmiany wysokości ekranu powinny raczej następować wieloma zbliżonymi, małymi jej różnicami niż paroma dużymi.

## Trójwymiarowa wizualizacja ścian oporowych i ekranów przeciwhałasowych

W ramach studiów nad rozmieszczeniem oraz kształtem zarówno ścian oporowych, jak i ekranów przeciwhałasowych powinny być opracowane trójwymiarowe szkice pokazujące widok ścian z pozycji kierowcy na tle topograficznym. Bez takich szkiców, tylko na podstawie rysunków w planie i elewacji, nie można sobie wyobrazić tego widoku. Dopiero trójwymiarowy obraz pozwala podjąć poprawne decyzje projektowe.

## Zakończenie

Bywa wygłaszana opinia, że poprawa wyglądu obiektu mostowego zwiększa koszt jego budowy, gdyż wymaga zastosowania specjalnych materiałów, wykonania dodatkowych ozdób lub użycia niezwykłych kolorów. Jednak w rzeczywistości największe wrażenie wywołują duże elementy konstrukcyjne obiektu mostowego: dźwigary główne, pylony, podpory. Jeżeli będą estetycznie opracowane, to obiekt mostowy będzie atrakcyjny, bez ponoszenia dodatkowych kosztów. Zastanawiając się nad estetyką mostów warto mieć na uwadze dwa poglądy:

- N.J. Gimsinga: „Obiekty mostowe powinny być projektowane w taki sposób, aby ich forma wyrażała funkcję konstrukcyjną i efektywność. Współczesne materiały o dużej wytrzymałości umożliwiają uczynienie mostu lekkim i pełnym wdzięku”.
- Fritza Leonhardta: „Nie wolno zakładać, że proste przestrzeganie zasad estetyki samo doprowadzi do pięknych mostów. Projektant musi jeszcze mieć wyobraźnię, intuicję i wyczucie zarówno formy, jak i piękna”.

## Bibliografia

- [1] Gottemoeller F.: *Bridgescape, The Art of Designing Bridges*. John Wiley & Sons, Inc. N. York, 1998
- [2] Jarominiak A.: *Główne uwarunkowania estetyki mostów*. „Drogownictwo”, 9/95
- [3] Jarominiak A.: *Kto powinien kierować projektowaniem mostów: architekt czy inżynier?* „Inżynieria i Budownictwo”, 7/96
- [4] Jarominiak A.: *O twórczości inżynierskiej*. Inżynieria i Budownictwo 7/05
- [5] Jarominiak A.: *Specyfika projektowania i budowy mostów miejskich*. „Inżynieria i Budownictwo”, 4/07
- [6] Lavigne Ch. Montois A.: *Architecture & Ouvrages d'Art*
- [7] Leonhard F.: *Bridge Aesthetics – Basics*. Bridge Engineering Handbook. CRC Press Boca Raton, 1999
- [8] Medved G., Goto S. Ijima K.: *Aesthetics in the Context of Time*. Structural Engineering International, 3/96 ■