



GRAŻYNA ŁAGODA¹⁾
MAREK ŁAGODA²⁾

ASPEKT ESTETYCZNY KSZTAŁTOWANIA OBIEKTÓW MOSTOWYCH

STRESZCZENIE. W starożytności estetykę przedmiotu rozważano w aspekcie takich własności jak funkcja czy przyjemność odbioru, co wyrażało się w harmonijnych proporcjach wymiarów. Tak z grubsza prezentowane tło filozoficzne definiuje estetykę w projektowaniu mostów, pojmowaną jako: z jednej strony z punktu widzenia przede wszystkim formy i kształtu, zaś z drugiej strony z punktu widzenia funkcjonalizmu i trwałości. Projektowanie mostu jest w istocie problemem inżynierskim. Spośród wielu ważnych aspektów, decydującą rolę odgrywają bezpieczeństwo, metody montażu i ekonomika. Niestety, aspekt estetyczny zaniedbywany jest nazbyt często, lecz i tu dokonano wielkiego wkładu dla rozwoju estetyki mostów. Zalecenia podane w tym artykule wpływają przede wszystkim z rozważania punktów widzenia autorów na podstawie doświadczeń i literatury. Problem zaczyna nabierać znaczenia w aspekcie wzmózonych wysiłków, mających na celu dostosowanie systemu drogowego Polski do standardów wymaganych dla nowoczesnego transportu.

1. WPROWADZENIE

Obiekty mostowe zawsze wywoływały określone odczucia estetyczne, wpływały na samopoczucie i psychikę obserwatorów. Bez względu na poziom intelektualny i wrażliwość obserwatora, obiekty te z reguły budzą emocje estetyczne. Należałoby je zatem tak kształtować, aby ich wpływ na odczucia odbiorców był pozytywny. Nie ulega wątpliwości, budowa mostów, chociaż przez wielu była i jest traktowana

¹⁾ dr hab. inż. - Instytut Dróg i Mostów Politechniki Warszawskiej

²⁾ dr inż. - Instytut Badawczy Dróg i Mostów w Warszawie

jak rzemiosło, od najdawniejszych czasów wiele wspólnego miała ze sztuką, a w dwudziestym wieku zainteresowali się nią nawet teoretycy sztuki i estetycy. Jak pisał prof. Tatarkiewicz w przedmowie do dzieła prof. Wasiutyńskiego "O architekturze mostów": "artyści i inżynierowie przyswoili sobie wiedzę zawodową filozofów, logików, estetyków", w innym zaś miejscu stwierdza autorytatywnie, że współpraca inżynierów, artystów i estetyków od dawna była i jest rzeczywistością [1].

Obecnie, w obliczu gwałtownego rozwoju komputeryzacji, wzmożonej podaży nowoczesnych materiałów i technologii, sprawy wymiarowania czy wyposażenia zwykle nie sprawiają większych trudności, zwłaszcza w przypadku obiektów małych i średnich rozpiętości. Natomiast bardzo ważnym zagadnieniem do rozwiązania jest sprawa estetycznego ukształtowania, której warto dzisiaj poświęcić więcej uwagi. Zespoły projektowe, a czasami pojedynczy inżynierowie, kształtują obiekty mostowe w osamotnieniu, bez szerszych konsultacji, najczęściej starając się wypełnić tylko założenia funkcjonalne i wytrzymałościowe. Na uwzględnienie czynników estetycznych przy projektowaniu mostów z reguły brakuje czasu i pieniędzy. Celem tego artykułu jest próba skierowania uwagi projektantów mostów na możliwości estetycznego kształtowania konstrukcji i minimalizowania negatywnych skutków ingerencji nowo wybudowanego obiektu mostowego w otaczający krajobraz [2]. Mając na uwadze zwiększającą się liczbę konstrukcji inżynierskich, nie można dopuścić, aby ich wygląd oddziaływał negatywnie na środowisko. Czasami małym nakładem kosztów można uzyskać estetyczny wygląd obiektów mostowych i tym samym uczynić nasze drogi piękniejszymi, a do naszych krajobrazów nie wprowadzać dysharmonii.

2. GŁÓWNE ZASADY ESTETYKI W PROJEKTOWANIU MOSTÓW

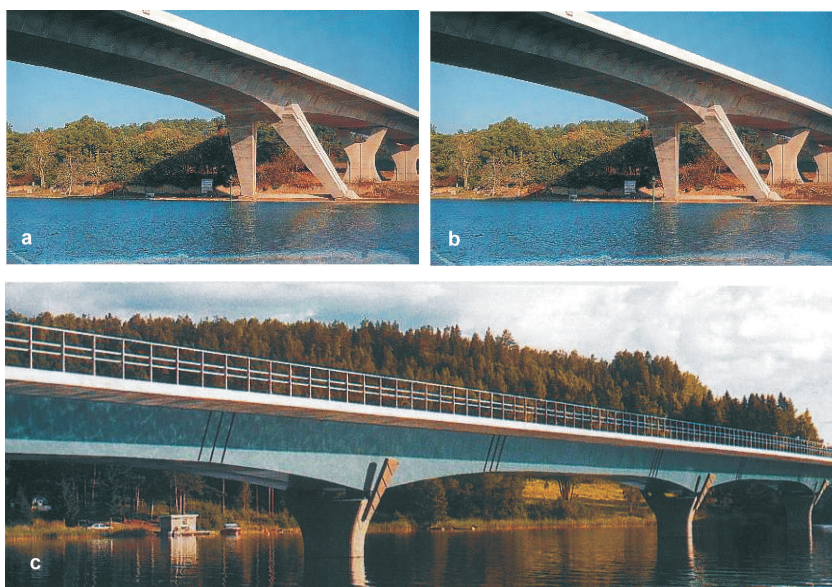
Już w starożytności znane były zasady, które wykorzystywali przy kształtowaniu form mistrzowie budowlani, w tym także i twórcy mostów [1]. Jako regułę nadrzędną traktowano zasadę prawdziwości formy, która obejmuje zasady wynikające z celu użytkowego oraz z warunków wykonania i eksploatacji mostu. Równie ważna jest zasada całości, przypominająca o dostrzegalności wszystkich elementów formy i ich współzależności. Zasada prostoty zaleca, aby forma była nieskomplikowana, a liczba elementów mała (rys. 1) [3].

Czytelność formy dotyczy łatwego dostrzegania współzależności formy elementów, funkcji i układu sił [4]. Zasada unikania pustki (rys. 2) polega na odrzuceniu nic nie mówiących i niezrozumiałych form, zaś zasada miarowości (rys. 3) obejmuje cechy równości występujące między elementami form, barw, światła, cienia itp., dające rytm i proporcje. Uświadomienie sobie tych reguł i zastosowanie ich w procesie projektowania jest warunkiem koniecznym do tego, aby zrealizowany obiekt spełniał pokładaną w nim nadzieję, czyli był społecznie akceptowany i zgodny z założeniami projektowymi.



Rys.1. Prosta forma obiektu mostowego [3]

Fig.1. The simple bridge structure form [3]



Rys.2. Projektant często odrzuca pustkę, ponieważ zna wartość jej wypełnienia (a, b [5], c [6])

Fig.2. The designer often throws away the emptiness because he knows the value of its fulfillment (a, b [5], c [6])

Nie jest to jednak warunek wystarczający, gdyż do pełnego sukcesu potrzebne jest zaangażowanie projektanta, jego poczucie piękna, doświadczenie, wiedza, znajomość środowiska, w którym ma być zlokalizowany obiekt. Zasad nigdy nie należy

traktować oddzielnie, ani tym bardziej wybiórczo. Dotykają one obszarów wzajemnie na siebie zachodzących i uzupełniających się [7]. Należy zdawać sobie sprawę z tego, że wymienione zasady dotyczą nie tylko obiektu, ale także każdej jego części z osobna, jak również otoczenia, którego elementem jest projektowany most.



Rys.3. Eurytmia elementów konstrukcji [8]

Fig.3. Eurytmics of construction elements [8]

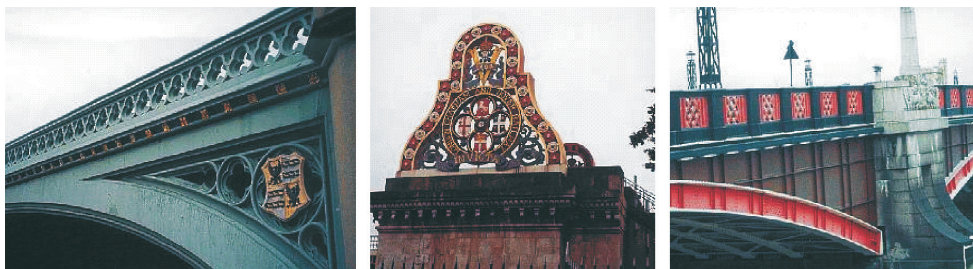
Aby most był piękny, konieczna jest jak najszerszej pojmowana wysoka jakość. Chodzi tu o najwyższy poziom projektowania, optymalną technologię wykonania i utrzymania, najlepszą jakość użytych materiałów konstrukcyjnych i wykończeniowych.

Fakt, że obiekt mostowy służy przez wiele lat wielu pokoleniom i powinien być przez nie akceptowany, również nie zawsze jest uwzględniony i doceniony. Czasami bardzo trudno jest uniknąć pewnych upiększeń typowych dla panującej mody, odbieranych w późniejszych czasach jako swoiste fanaberie czy dziwactwa projektanta. Mogą być one akceptowane w przypadku czegoś, co ma ograniczoną i krótką żywotność jak np.: ubiory, samochody, muzyka pop, fryzury, wystrój domu itp. Inżynier, projektant kuszony pewnymi ekstrawagancjami dnia dzisiejszego de facto hamuje postęp. A przecież życie obdarza ludzi wielkim darem tworzenia, który jest odkrywczy i sprawia radość. Wszelkie ozdoby i upiększenia, może atrakcyjne w jakimś okresie, zazwyczaj piętnują konstrukcję jako historyczną osobliwość. Raczej rzadko i tylko w odosobnionych przypadkach przydają one obiektowi dodatkowej wartości (rys. 4).



Rys.4. Oryginalny wystrój mostów, harmonizujący z otoczeniem (fot. M Łagoda)
 Fig.4. The original decoration of bridges harmonizes with the environment (photo M. Łagoda)

I pół biedy, jeśli problem polega na nieatrakcyjnym zestawie barw [9] (rys. 5) (zawsze istnieje możliwość przemalowania obiektu), gorzej, jeżeli szczególna moda czy fantazja projektanta dotyczy formy obiektu (rys. 6).

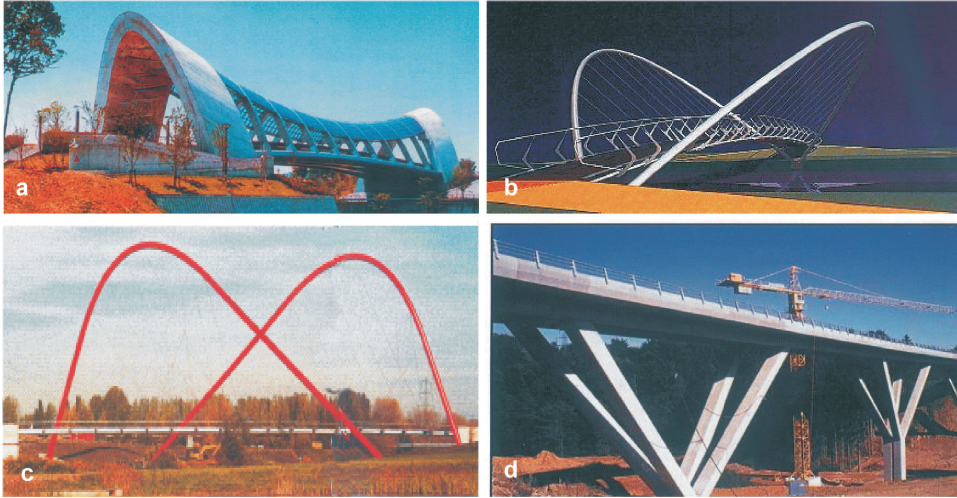


Rys.5. Ozdoby i upiększenia, charakteryzujące obiekty jako historyczną osobiwość (fot. M Łagoda)
 Fig.5. Decorations and beautifies, characterizing structures as historical peculiar (photo M. Łagoda)

Ogólnie wiadomo, że dzieło inżyniera projektanta w każdym otoczeniu oddziałuje na obserwatorów z pewną mocą. Chociaż pojedynczy oryginalny most może podnieść walory estetyczne miejsca, na którym się znajduje, to jednak powinien on łagodnie wpisywać się w otoczenie.

Czasami kontrast może przynieść pozytywny efekt, lecz operowanie nim wymaga wyjątkowego wyczucia, wielkiej wyobraźni i doświadczenia. Prościej i bezpieczniej jest stosować zasadę zgodności konstrukcji z otoczeniem [11]. Rysunek mostu musi harmonizować z bezpośrednim otoczeniem i dobrze “pasować” w krajobrazie. W zdecydowanej większości przypadków konstrukcja mostu nie powinna przejmować roli krzykliwej dominandy w naturalnym, spokojnym krajobrazie, choć z drugiej strony nie może w nim też ginąć (rys. 7). W wiejskim, rustykalnym środowisku

dobrze będzie wyglądał obiekt, w którym wyeksponowano surowy kamień lub drewno (rys. 8).



Rys.6. Fantazja projektanta, dotycząca formy obiektu (a [3], b [10], c [6], d [fot. M. Łagoda])
 Fig.6. The designer imagination related to the structure appearance (a [3], b [10], c [6], d [photo M. Łagoda])



Rys.7. Most przerzucony ponad dolinami górskimi, harmonijnie wpisany w krajobraz [8]
 Fig.7. Bridge thrown above mountain valleys, harmoniously situated in the landscape [8]



Rys.8. Rustykalna wykładzina przyczółka [8]
 Fig. 8. Rustical facing of bridge abutment [8]

Na terenach magazynowych lub w otoczeniu hal przemysłowych powinien znaleźć się most o gładkiej konstrukcji stalowej lub betonowej. Szczególnej uwagi wymaga

projektowanie wiaduktów w obszarze zabytkowym i miejskim. Konstrukcja mostu powinna być zgodna z oczekiwaniem społecznym. Opinia społeczna, wsparta środkami masowego przekazu jest wielką siłą, z którą zawsze należy się liczyć.

Ta omawiana powyżej zgodność dotyczy również zależności między formą i funkcją. Dobrze byłoby, gdyby ta zależność była czytelna dla postronnego obserwatora. Układ elementów konstrukcyjnych powinien też jasno wskazywać na wielkości i kierunki przepływu sił wewnętrznych. Znajomość funkcji jest niezbędną do zrozumienia formy.

Odmianą zasady czytelności formy jest zasada unikania pustki. Można stwierdzić, że forma nieczytelna jest pusta. Człowiek unika pustki, gdyż nic mu ona nie mówi, nie zna jej wartości, natomiast dostrzega wartość jej wypełnienia. Pustka nie tylko nudzi i nuży, lecz osłabia zdolność działania przez brak podnieć emocjonalnych. Człowiek w sposób naturalny broni się przed pustką, unikając jej lub ją wypełniając. Płaska ściana, brak rozdzielenia elementów konstrukcyjnych, ukrycie układu sił wewnętrznych czy sposobu wykonania, działa odpychająco. Jednak, aby forma nie straciła czytelności, wypełnienie formy treścią nie może oznaczać nadmiernego wzbogacania jej zbyt wielką liczbą elementów (rys. 9).



Rys.9. Wrażenie pustki i sposób zaradzenia temu [12]
Fig.9. The emptiness impression and remedy for it [12]

Obiekty mostowe, w zależności od rodzaju schematu statycznego konstrukcji, charakteryzują się określonym stopniem dynamizmu lub zrównowżenia. Nawet przy powierzchniowej obserwacji wyraźnie widać, że w mostach reprezentujących statyczny rozkład sił, najczęściej występujące kierunki sił to poziom i pion. Kierunki te wynikają z działania sił ciężkości i stanowią podstawę rozważań i obliczeń statycznych, jak i intuicyjnego wycucia równowagi konstrukcji mostu. Te jakby symbole stanów równowagi wywołują wrażenie stabilności, natomiast wrażenie ruchu, a raczej jego możliwość powstaje zawsze, gdy odchylenia od pionu lub poziomu są wyraźnie widoczne. Na rysunku 10 pokazano, w jaki sposób, posługując się odchyleniem od pionu lub poziomu, można uzyskać wrażenie ruchu.



Rys.10. Dynamika wyglądu podpór [13]
Fig.10. Dynamic of bridge piers look [13]

3. POWIĄZANIE OBIEKTU MOSTOWEGO Z OTOCZENIEM

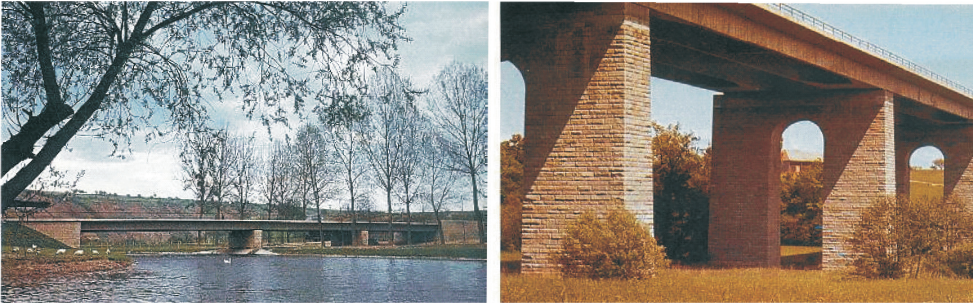
Zróznicowaniu krajobrazu w naszym kraju zawdzięczamy, że Polskie drogi przebiegają po wszystkich możliwych formach terenu i w okolicach o różnym charakterze. Mogą zatem być to obszary typowo rolnicze, leśne i górzyste, ale też wielkomiejskie i przemysłowe. Ciągi dróg przecinają regiony Polski, charakteryzujące się znaczącymi różnicami kulturowymi między sobą. Uwarunkowania te wymuszają stosowanie bardzo starannego doboru rozwiązań konstrukcyjnych [11]. Każdy obiekt mostowy powinien mieć swój odrębny charakter, zgodny ze specyfiką regionu, w którym został wybudowany. Na charakter drogi ma wpływ związana z nią infrastruktura, głównie parkingi, stacje benzynowe, restauracje, motele i chyba w największym stopniu wiadukty nad nimi z uwagi na ich liczbę i czas ekspozycji oraz mosty, które zawsze były obiektami spektakularnymi. Zatem inny charakter będzie miała droga na Podhalu, a inny na Wybrzeżu. Dlatego na pewnych odcinkach dróg obiekty mostowe powinny mieć wspólne cechy, czasem nawet powtarzalne rozwiązania, uzależnione od krajobrazu i regionu. Ideałem byłoby, aby każdy podróżny mógł zauważyć różnice regionalne. Wypełnienie takiego założenia jest trudne do zrealizowania, ale w odniesieniu do wiaduktów czasami niewielkie nawet zmiany w projekcie typowym mogą wpływać bardzo zdecydowanie na charakter obiektu. Drobne przeróbki mogą dotyczyć kształtu podpór, rozwiązania balustrady, kolorystyki, faktury elewacji czy rodzaju użytego materiału. Tak więc w przypadku obiektów małych i średnich rozpiętości względy technologiczne i ekonomiczne powodują, że kształty ustrojów nośnych są podobne, natomiast podpory, zwłaszcza skrajne i wyposażenie mogą mieć formy nadające obiektowi regionalny, indywidualny styl. Obiekty mostowe większych rozpiętości, których w naszym kraju nie buduje się przecież tak wiele, powinny mieć indywidualny, niepowtarzalny charakter.

Badania opinii społecznej wyraźnie potwierdzają, że wśród obiektów powtarzalnych (ale nie identycznych) wskazane jest wykonanie szczególnej, nawet ekstrawaganckiej konstrukcji. Nietypowy obiekt może łatwo stać się znakiem w przestrzeni - punktem charakterystycznym, wyznaczającym rytm podróży. Mosty pokazane na rysunku 11, to obiekty oryginalne, budzące zainteresowanie, czasem może nawet zachwyty. Każde miasto chciałoby mieć wizytówkę w postaci niebanalnej konstrukcji, najlepiej mostu. Ważne jest jednak, aby taki obiekt nie był zbyt ekstrawagancki, był raczej konstrukcją o charakterze ponadczasowym, w sposób umiarkowany pokazującą panujący w chwili obecnej styl w budownictwie.



Rys.11. Nietypowe obiekty mostowe (a [14], pozostałe fot. G. Łagoda)
Fig.11. Atypical bridge structures(a [14], other photos G. Łagoda)

Obiekty mostowe nie powinny wprowadzać dysonansu do otoczenia. Opierając się na wynikach badań, można powiedzieć, że spokojna konstrukcja belkowa czy łukowa będzie właściwsza np. od podwieszanej w naturalnym krajobrazie o charakterze rolniczym czy leśnym (rys. 12). Natomiast obiekt podwieszony [15] będzie dobrze wyglądał na obszarze z nowoczesną zabudową przemysłową lub miejską (rys. 13). W pierwszym przypadku bardzo odpowiednia będzie surowa wykładzina kamienna, zaś w drugim bardziej wskazane będą delikatnie ukształtowane krawędzie o gładkim wykończeniu.



Rys.12. Spokojna konstrukcja belkowa w naturalnym krajobrazie [8]
 Fig.12. Calm beam construction in natural landscape [8]



Rys.13. Obiekty podwieszane na obszarach z nowoczesną zabudową:
 (a [8], b [fot. M. Łagoda])
 Fig.13. Cable stayed bridge in the area of modern surroundings:
 (a [8], b [photo M. Łagoda])

Wybór odpowiedniego materiału i jego obróbka powinny być określone w pewnym stopniu przez charakter otoczenia. Jeśli obiekt posiada elementy murowane, to należy dążyć, aby do budowy lub wykładzin używać naturalnego kamienia z okolicy, gdzie ten kamień występuje, ponieważ na tym terenie jest on często widywany w okolicy jako skała lub podmurówki, ogrodzenia czy inne elementy zabudowy.

Na obszarach, gdzie nie występuje kamień naturalny, należy używać cegły. Tam, gdzie zależy nam na pokazaniu lekkości i smukłości konstrukcji, dobrze jest stosować powierzchnie gładkie z zaokrąglonymi krawędziami. W środowisku leśnym i wiejskim należy zachowywać naturalne ślady deskowania z pokazaniem słoju o różnym stopniu chropowatości, natomiast w otoczeniu przemysłowym i miejskim lepiej jest stosować szalunek płytowy (stalowy lub ze sklejki), dający gładki ortogonalny wzór. Na terenach zielonych i o charakterze rekreacyjnym dobrze jest ekspozować przyjazne dla otoczenia kolory kruszyw naturalnych lub stosować faktury czy okładziny nawiązujące swoim wyglądem do materiałów naturalnych spotykanych w okolicy.

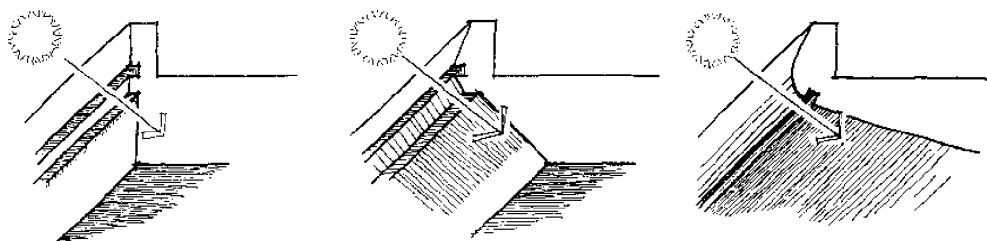
4. DOBÓR SCHEMATU STATYCZNEGO

Odpowiedni dobór właściwego schematu statycznego to jeden z najistotniejszych problemów w projektowaniu mostów. W zasadzie wyboru, adekwatnego do otaczającego środowiska i krajobrazu należy dokonać pomiędzy dwoma systemami rozwiązań. Pierwszy to obiekty o lekkich podporach i smukłych przęsłach, drugi to rozwiązania krępych przęseł z solidnymi podporami.

W otoczeniu zamkniętym z wyraźnymi ścianami jak np. w górach czy w lesie lepszy będzie wiadukt cięższy, o mniejszych rozpiętościach przęseł. Natomiast szeroko otwarty pejzaż wymaga bardziej śmiałego, smukłego rozwiązania. W niektórych przypadkach można znaleźć lepsze rozwiązanie na zasadzie kontrastu. Znane są bardzo smukłe i lekkie konstrukcje przerzucone nad górskimi dolinami czy w terenie leśnym. Stosowanie skrajnego kontrastu wymaga wielkiej wrażliwości i wyczucia, co powoduje, że nie zawsze i nie wszystkim udaje się osiągnąć właściwy efekt.

Nadrzędną zasadą przy podziale obiektu na przęsła powinno być unikanie budowy podpór w przeszkodzie. Jeśli jest to ciek, to podpory powinny być usytuowane poza obszarem nurtowym. W przypadku wiaduktów, wskazane jest pozostawienie jak największego światła dla drogi pod obiektem.

Ustroje nośne o schemacie statycznym w postaci łuku ze ścianami czołowymi, prostej belki lub ramy wskazane są tam, gdzie pożądanym jest podkreślenie ciężkości obiektu. Przymocowania w takich przypadkach również powinny być solidne i wyraźnie oddzielone od reszty konstrukcji. Smukłość konstrukcji belkowych (płytowych), swobodnie podpartych i ramowych jest zdecydowanie najmniejsza, co czasami sprawia niekorzystne wrażenie. Zbyt dużą wysokość ustroju, konieczną ze względów wytrzymałościowych, można „ukryć” przez redukcję wysokości konstrukcyjnej przy krawędziach w przekroju poprzecznym lub stosując wsporniki. Wsporniki bardzo radykalnie łagodzą skutki małej smukłości i efektywność ich jest wprost proporcjonalna do ich wysięgu (rys. 14).



Rys.14. Wpływ efektu oświetlenia na odczucie wrażenia smukłości konstrukcji
Fig.14. The influence of lighting effect onto impression feeling of construction slenderness

Interesujące rozwiązania dają łuki ażurowe (rys. 15). Łuk, wspierając się na podporach, nawet jednym przęsłem może pokonać szeroką przeszkodę. Najczęściej wówczas ma on małą wysokość i w konstrukcjach z jazdą górą w kluczu łączy się z pomostem. Stanowi to bardzo lekką, nie kolidującą z otoczeniem konstrukcję. Pod terminem “łuk” kryje się nieprawdopodobnie bogactwo możliwości kształtowania. Na rysunku 15 pokazano symbolicznie tylko kilka obiektów [16].



Rys.15. Łuki ażurowe (a [8], b, d [14], c [fot. M. Łagoda])

Fig.15. Openwork arches (a [8], b, d [14], c [photo M. Łagoda])

Zdaniem autorów wybór łukowego ustroju nośnego jako najbardziej odpowiedniego w większości krajobrazów w badaniach opinii społecznej był całkowicie uzasadniony [11]. Z lekkimi konstrukcjami łukowymi konkurują (przede wszystkim z powodów dużych kosztów budowy) trójprzęsłowe układy ramowe z ukośnymi podporami (rys. 16). Konstrukcje ramowe o proporcjach wywodzących się z łuku dwuprzegubowego najkorzystniej prezentują się tam, gdzie cienkie u dołu podpory zwiększają swój przekrój ku górze. W przypadku konstrukcji położonych wysoko ponad poziomem terenu przyjmuje się proporcje łuku trójprzegubowego z mocno pocienionym rygłem w środku rozpiętości. W takim obiekcie rozkład sił wewnętrznych

jest bardziej zgodny z linią ciśnień, zaś kształt konstrukcji staje się lżejszy, bardziej smukły i elegancki.



Rys. 16. Formy łukowe i ramowe [8]

Fig. 16. Arch and frame forms [8]

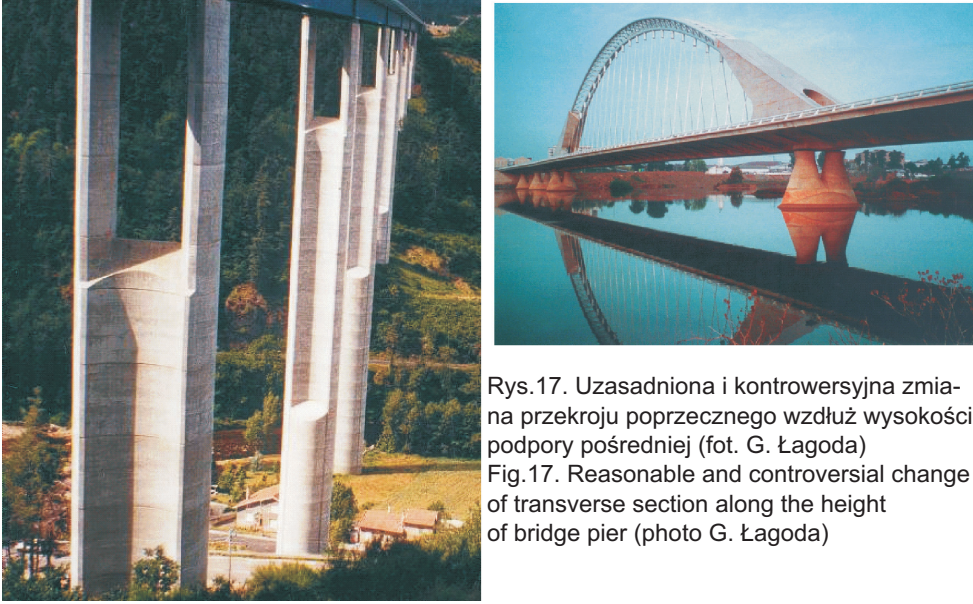
Mosty o innych schematach statycznych, takich jak konstrukcje podwieszane oraz wiszące, wymagają wyjątkowo starannego opracowania i w grupie mostów średniej i małej rozpiętości powinny występować raczej jako nietypowe, szczególne obiekty. Uwaga ta dotyczy przede wszystkim krajobrazu naturalnego. Mogą to być swego rodzaju “punkty orientacyjne” [11] w charakterystycznych miejscach dróg szybkiego ruchu lub obiekty reprezentacyjne w dużych miastach.

5. PODPORY

Niezaprzeczalna jest rola kształtu podpór w opracowaniu estetyki obiektu mostowego. Podpory powinny być tak kształtowane, by pełnione przez nie funkcje podparcia były łatwo dostrzegalne. W podporze pośredniej o zmieniającym się kształcie przekroju na jej wysokości w odróżnieniu np. od prostego słupa, forma zewnętrzna sugeruje zmienny przebieg sił. W niskich słupach przyrost sił wewnętrznych wywołany wysokością podpory jest tak nieznaczny, że projektanci rzadko stosują zmianę przekroju poprzecznego. W bardzo wysokich słupach (rys. 17) ciężar własny powoduje istotny wzrost sił pionowych, a pozostałe oddziaływania wywołują wraz ze zbliżaniem się do podstawy zwiększenie momentów zginających, zatem uzasadniony jest zmienny przekrój na wysokości podpory. Taki projekt konstrukcji podpory zgodny jest z zasadą czytelności i prostoty.

W celu nadania obiektom atrakcyjnej formy projektanci czasami uciekają się do kształtowania podpór, zwłaszcza pośrednich, niezgodnie z rzeczywistym przebiegiem sił. W takiej sytuacji warto być ostrożnym, ponieważ udziwnienia nie zawsze

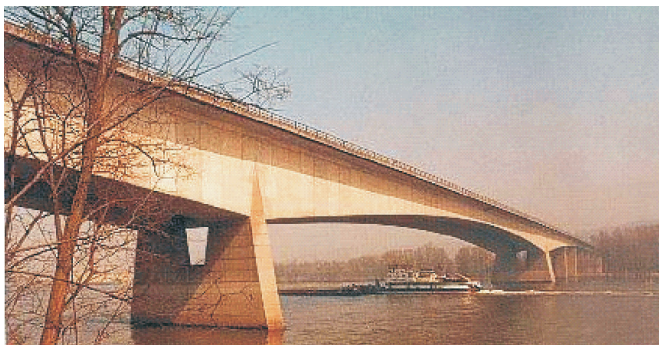
prowadzą do oczekiwanych efektów, a zasada prawdziwości formy pozostaje w sferze zamierzeń.



Rys.17. Uzasadniona i kontrowersyjna zmiana przekroju poprzecznego wzdłuż wysokości podpory pośredniej (fot. G. Łagoda)
 Fig.17. Reasonable and controversial change of transverse section along the height of bridge pier (photo G. Łagoda)

Technologia wykonania narzuca, by w jednym obiekcie mostowym wszystkie podpory, w tym i przyczółki, były wykonane z tego samego materiału, o podobnej fakturze i podobnym kształcie. Podobieństwo to czyni zadość zasadzie prawdziwości i prostoty formy. Natomiast proporcje i kształt zależą od dobrego projektu. W celu podkreślenia jedności i spójności materiału konstrukcji i podpór dobrze jest niekiedy posłużyć się kolorem.

Podpory pośrednie bardzo mocno wpływają na ekspresję obrazu obiektu. Szczególnie jest to odczuwalne w przypadku filarów z kamienia, a więc z materiału mało plastycznego i tak ciężkiego, że podpory mają zapewnioną stateczność przede wszystkim ciążeniem samych bloków kamiennych. Obecnie, prawie wszystkie podpory wykonywane są z betonu, tym niemniej, tam gdzie ważne jest podkreślenie solidności i stabilności, filary są wykańczane wykładziną kamienną. Wzajemne powiązanie poszczególnych kamieni powinno być wyraźnie zaznaczone. Najczęściej filary wyłożone dużymi płytami kamiennymi przenoszą duże siły. Jest to wyraźnie dostrzegalne przez każdego obserwatora. Użyte tworzywo ma tu szczególne znaczenie. Wpływa nie tylko na fakturę zewnętrzną, ale wzbudza wyobrażenie o siłach, które budowla przenosi, o sposobie ich przenoszenia, o ciężarze własnym elementów, o ich spójności i wewnętrznej pracy. Na rysunku 18 pokazano współczesny most o masywnych podporach wyłożonych płytami kamiennymi



Rys.18. Podpory
z wykładziną kamienną [8]
Fig.18. Piers with stone
facing [8]

Należy jednak mieć na uwadze, że w przypadku dość krótkich i szerokich obiektów masywne filary w postaci ścian mogą wywołać tzw. “zjawisko tunelowe”. Tego (niekorzystnego dla bezpieczeństwa i wyglądu mostu) zjawiska można uniknąć przez zastosowanie podpór słupowych lub ścian z otworami (rys. 19). Przy filarach cienkościennych z otworami zadawalający wygląd zależy od właściwych proporcji i kształtu otworów. Ważne są tu proporcje wymiarów samego otworu, między otworem a ścianą, proporcje między grubością ściany filara a pozostałymi wymiarami oraz między ocpem i podstawą.



Rys.19. Podpory
ścienne z otworami
(fot. M. Łagoda)
Fig.19. Wall supports
with openings
(photo M. Łagoda)

Podpory słupowe stwarzają możliwości uniknięcia “zjawiska tunelowego”, choć i tu warto stosować się do zasad podanych przez Leonhardta [8], aby zjawisko nazwane “lasem podpór” nie zaciemniało obrazu konstrukcji.

Pojedyncze filary (ściany) mogą mieć różnorodnie ukształtowane powierzchnie boczne oraz przekroje poprzeczne w postaci rozmaitych figur geometrycznych. Jeżeli przekrój poprzeczny filara zwiększa się ku podstawie, to takie pochylenie nazywamy “normalnym”. Wtedy filar sprawia wrażenie masywniejszego, bardziej “przysadzistego”. Jeżeli przekrój poprzeczny filara zmniejsza się ku podstawie, pochylenie jest nazywane “odwrotnym”. Takie ukształtowanie filara może zmienić na

korzyść wygląd mostu. Należy pamiętać, że kąt pochylenia nie może być zbyt duży, aby nie nadać filarom przesadnych karykaturalnych proporcji.

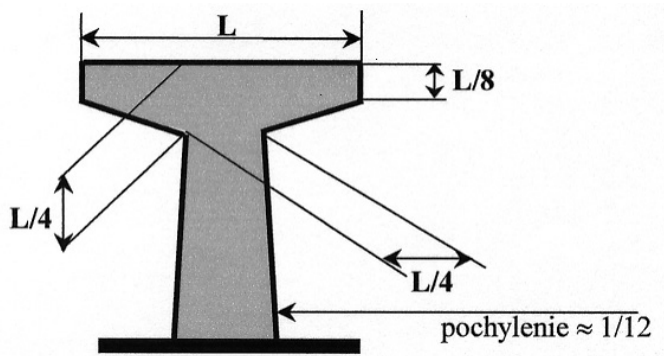
Tam, gdzie filary mają pochylone krawędzie, stosuje się oczepy lub wsporniki. Jeżeli korpus filara jest pochylony odwrotnie, to wsporniki mogą być krótsze niż w przypadku filarów z korpusem pochylonym normalnie.

Dobre efekty wizualne osiąga się przy wyraźnym wyodrębnieniu konstrukcji oczepu (rys. 20). Wtedy nawet krótkie wsporniki tak nie rażą, jak w filarach bez wyodrębnienia oczepu.



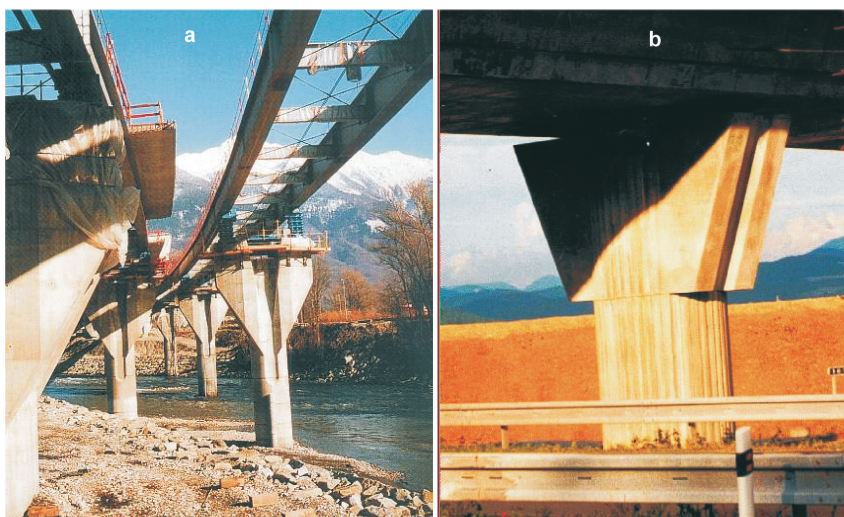
Rys.20. Masywny filar z wyodrębnionym oczepem ze wspornikami [14]
Fig. 20. Massive pillar with bracketed girt distinguished [14]

Tam, gdzie stosuje się pochylenia, dobrze wyglądają podpory wysokie, smukłe. Opracowania amerykańskie podają konkretne zasady kształtowania takich filarów. Określają one wzajemne proporcje między poszczególnymi elementami konstrukcji. Na rysunku 21 pokazano główne zasady konstruowania smukłych podpór jednośłupowych ze wspornikami.



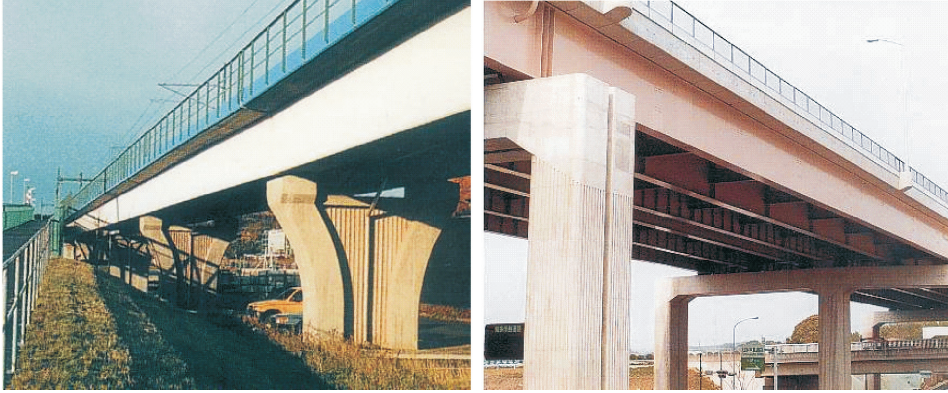
Rys. 21. Zasady kształtowania smukłych podpór jednośłupowych ze wspornikami
Fig. 21. Rules of slender pillars with brackets formation

Odbiór estetyczny podpór pośrednich w postaci filarów w dużym stopniu uzależniony jest od faktury powierzchni i jej barwy. W ostatnich latach coraz częściej technologia i koszty wykonania narzucają proporcje, zmierzające ku uproszczeniu form. Na rysunku 22 pokazano filary w postaci pali o wielkiej średnicy. Powierzchnia boczna w części nadziemnej posiada fakturę rowkową, co daje interesujący efekt łamania światła. Przy takich podporach (rys. 22) wsporniki mogą być krótkie i znacznie wyższe niż $L/4$ (jak proponuje się w wytycznych amerykańskich). Wykorzystanie wsporników w postaci dwóch płaszczyzn (rys. 22.b) i prążkowanie powierzchni bocznej filarów powoduje, że wysokość wspornika niezgodna z tymi wytycznymi, sprawia dobre wrażenie.



Rys.22. Podpory słupowe jako przedłużenie pala fundamentowego
Fig.22. Pillars as the lengthening of foundation piles

Przy projektowaniu filarów bardzo ważne jest ukształtowanie faktury oraz wykorzystanie najbardziej subtelnych elementów plastyki, jakimi są gry światła i cieni. Promienie słoneczne, padając pod różnymi kątami w coraz to inny sposób wpływają na widok powierzchni podpory. Poszukiwanie piękna światłocieni wiedzie do nowych, zupełnie wcześniej nie znanych układów plastycznych. Przy szarych monotonna podporach betonowych faktura powierzchni dająca grę światła i cieni może stać się dominującym elementem kompozycji obrazu. Przy ciemniejszych filarach uzyskanie ciekawej gry światłocieni wymaga głębokiej, bogatej faktury powierzchni, zaś płyszka faktura spełnia swoje zadanie i może być bardziej subtelna tam, gdzie barwa filara jest jaśniejsza. Na białych matowych formach cienie rysują się najwyraźniej i najsilniej kontrastują z jasnością oświetlonych płaszczyzn. Widoczne są na nich nawet stosunkowo niewielkie różnice w natężeniu światła i cieni (rys. 23). W kompozycjach wielobarwnych wyrazistość światłocieni zwykle jest bardzo osłabiona wskutek konkurencyjnego oddziaływania zestawu barw.



Rys.23. Jasne podpory z fakturą uwydatniającą cienie na powierzchni [14], [17]
 Fig. 23. Bright piers with texture emphasising shadows on surface [14], [17]

W przypadku podpór skrajnych szczególnie ważnym zagadnieniem jest wydobicie i podkreślenie plastyki brył i detali, a uzyskanie tego efektu jest możliwe poprzez operowanie światłem, barwą i fakturą. Czynniki takie jak światło, barwa i faktura występują zawsze razem, choć znaczenie i rola każdego z nich w kompozycji ogólnej jest odmienna. Ukształtowanie brył składowych i ich wzajemne ułożenie daje projektantowi bardzo wiele możliwości eksponowania lub tonowania poszczególnych płaszczyzn, a przez to wpływania na wygląd obiektu. Proporcje i ekspozycja brył w przyczółku powinny zależeć od rodzaju i wielkości ustroju nośnego, łożysk i wsporników chodnikowych.

6. ROLA WYPOSAŻENIA I INNYCH CZYNNIKÓW

Wyposażenie jest jednym z bardzo ważnych elementów decydujących o wyglądzie obiektu, zależnym jednak od wielkości konstrukcji i pozycji obserwatora. Elementy wyposażenia odgrywają większą rolę przy estetycznej ocenie mostów mniejszych. Gdy mamy do czynienia z dużym obiektem, to aby ogarnąć całą konstrukcję, patrzymy na nią z pewnego oddalenia. Szczegóły wówczas ulegają zatarciu, stają się mniej wyraźne lub zgoła całkiem niewidoczne. Natomiast, gdy obserwacja dużego mostu ma miejsce z niewielkiej odległości, odbiór obiektu sprowadza się do wrażenia wywieranego na obserwatora przede wszystkim przez elementy wyposażenia.

Balustrady

W przypadku nowoczesnych obiektów najbardziej odpowiednia jest bariera lekka, mało widoczna. Proste połączenie słupków i przeciągów lub tylko same szczeblinki dobrze wyglądają na większości mostów budowanych współcześnie. Równoległe

przeciagi, rzadko połączone z pionowymi słupkami, podkreślają linie poziome i są odpowiednie dla obiektów, po których prowadzony jest szybki, intensywny ruch.

Masywna balustrada czasami (raczej rzadko) ze względów praktycznych (rzadziej estetycznych) bywa konieczna. W takich sytuacjach umieszczenie w jednej płaszczyźnie pełnościennnej balustrady, bez widocznego oddzielenia jej od konstrukcji przęseł, zawsze powoduje zwiększenie odczucia ciężkości (rys. 24). Można jednak zastosować różne środki zaradcze. Jednym z nich jest załamanie płaszczyzn balustrady i ustroju nośnego, co sprawia powstanie różnicy w odcieniach koloru (dzięki załamaniu światła).



Rys. 24. Wrażenie ciężkości i pustki tam, gdzie nie ma rozdziału między balustradą a ustrojem nośnym (fot. M. Łagoda)

Fig. 24. The weight and emptiness impressions, wherever there is no distinction between the balustrade and superstructure (photo M. Łagoda)

Prawie zawsze właściwe jest zastosowanie zróżnicowania barw balustrady (najpiękniejsze są pastelowe) i ustroju nośnego. Odmienny kolor balustrady oddziela ją od konstrukcji i eksponuje, czyniąc całość przejrzystą i lekką. Czasami, w przypadku intensywnego ruchu pieszego jak np. na kładkach dla pieszych, montowane są elementy wsparcze dla stałych lub tymczasowych osłon. Wsporniki te i osłony dodatkowo spełniają rolę elementów wzbogacających obraz zewnętrzny konstrukcji (rys. 25).



Rys. 25. Elementy wsparcze i osłonowe na konstrukcjach z przejściami dla pieszych o intensywnym ruchu (fot. M. Łagoda)

Fig. 25. Brackets and protections elements on the structures with intensive pedestrian traffic crossings (photo M. Łagoda)

Łożyska

W większości obiektów mostowych łożyska należą do istotnych elementów konstrukcyjnych. To one przejmują obciążenia z ustroju nośnego i przekazują je na podpory.

W celu uzyskania czytelnej formy i przejrzystości układu sił w konstrukcji, często dobry efekt może być osiągnięty za pomocą wyraźnego eksponowania łożysk na filarach i przyczółkach. Łożyska stalowe, garnkowe, a zwłaszcza wałkowe, odsłonięte z każdej strony, sprawiają, że układ sił i ich przepływ z dźwigara głównego do podpory jest czytelny. Na rysunku 26 pokazany jest obraz łożysk odsłoniętych.

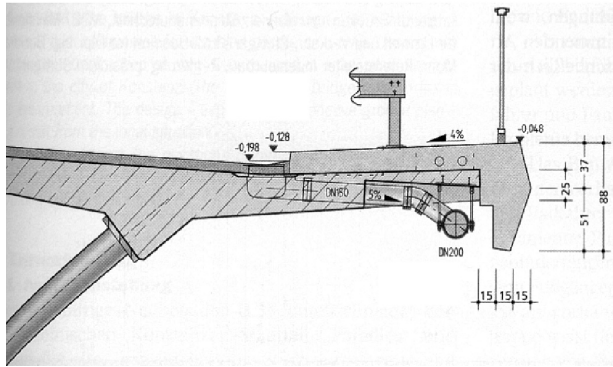


Rys.26. Wyraźne eksponowanie łożysk (fot. M. Łagoda i Mostostal Kraków)
Fig.26. Clear exhibiting of bearings (photos M. Łagoda and Mostostal Kraków)

Czasami dla uzyskania pozytywnego efektu potrzebne jest zamaskowanie łożysk. Rolę maskującą mogą pełnić ściany skrzydełek częściowo cofnięte pod wspornik chodnikowy, co dodatkowo uplastycznia widok boczny.

Odwodnienie

Największe znaczenie dla odbioru estetycznego mostu z uwagi na odwodnienie ma jego stan techniczny, a w zasadzie skutki z niego wynikające. Stan odwodnienia obiektu związany jest z jego ukształtowaniem oraz wieloma detalami konstrukcyjnymi, takimi jak: izolacja, system drenażu, studzienki, rury odprowadzające wody opadowe itp. Zły stan każdego elementu systemu odwodnienia skutkuje przenikaniem wody przez elementy konstrukcji, co objawia się zaciekami, stalaktytami, korozją, ubytkami, przebarwieniami powierzchni itp. To wszystko wpływa bardzo negatywnie na odbiór estetyczny mostu. Również wyjątkowo starannie należy projektować rury odprowadzające wodę z pomostu. Szczególnie jest to ważne, gdy rury te prowadzone są na zewnątrz konstrukcji ustrojów nośnych i podpór (rys. 27).



Rys.27. Szczegół rozwiązania technicznego przysłonięcia rury odwadniającej [18]
 Fig.27. Detail of technical solution of draining pipe cover [18]

Nasypy

Duże znaczenie ma również szczegółowe opracowanie połączenia drogi z mostem. Estetyczne wykończenie nasypu, w którym zatopiony jest przyczółek obiektu, ma duże znaczenie dla ogólnego wyglądu. Zakończenie nasypu zawsze musi być umocnione, aby wyglądał schludnie i dobrze spełniał swoją funkcję. Umocnienie nasypu można wykonać na wiele sposobów. W starych obiektach najprostszym sposobem było obsiewanie trawą, tworzącą darń, lub innymi roślinami, pełniącymi podobne funkcje. Nasyp umocniony w sposób naturalny, wyrównany i porośnięty darnią pozwala na to, że wyeksponowany jest most, a nie dojazd do obiektu. Inaczej ma się rzecz z nasypem umocnionym sztucznie. Powierzchnia wybrukowana, lub zabudowana np. betonowymi elementami, może bardzo łatwo kontrastować z otoczeniem, stając się w nim krzykliwą dominantą, przytłaczającą swym oddziaływaniem sam obiekt mostowy (rys. 28).



Rys.28. Krzykliwa dominacja wybrukowanych nasypów (fot. G. Łagoda)
 Fig.28. Noisy domination of paved embankments (photo G. Łagoda)

Zawsze lepiej jest ograniczyć powierzchnię wybrukowaną do koniecznego minimum, aby nie dopuścić do przewagi nasypu nad obiektem właściwym i nie tworzyć w obrazie ogólnym fragmentów z dużymi powierzchniami pustymi. Ograniczenie bruku do przestrzeni pod mostem jest korzystniejsze dla wyglądu obiektu, jednak mniej wygodne dla służb zajmujących się utrzymaniem obiektu.

7. KOLORYSTYKA OBIEKTÓW MOSTOWYCH

Najczęściej stosowane materiały do budowy mostów to beton, stal, czasem drewno. O tym, który z nich zostanie zastosowany, decyduje zazwyczaj przeznaczenie obiektu, charakter otoczenia (rodzaj krajobrazu), predyspozycje projektanta oraz często życzenia inwestora i koszt inwestycji.

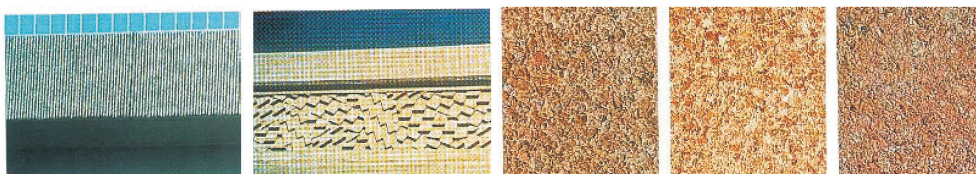
Bardzo ważne jest, aby bez względu na rodzaj materiału dobrać odpowiedni kolor bocznej powierzchni dźwigarów. Prawidłowy dobór barw jest problemem złożonym. Dźwigary główne o płaskich powierzchniach są z reguły wysokie, dlatego by zmniejszyć wrażenie ciężkości, barwa masywnego ustroju nośnego nie powinna być zbyt agresywna, jeśli jednak intensywna barwa jest już faktem, należy przynajmniej rozjaśnić belkę podporeczową oraz balustradę. Zróżnicowanie kolorów ustroju nośnego i podpór jest również wskazane ze względu na czytelność formy (rys. 29).



Rys.29. Kolorystyka konstrukcji mostu Siekierkowskiego (fot. M. Łagoda)
Fig.29. Colouring of Siekierkowski Bridge construction (photo M. Łagoda)

Ostre agresywne barwy dobrze wyglądają w obiektach stalowych, wykonanych z przekrojów rurowych [19], [20]. Od czasu opanowania technologii wytwarzania i gięcia przekrojów rurowych, ze względu na ich liczne zalety, stosowane są one coraz częściej. Profile te powodują interesujące efekty załamania się i rozpraszania światła na zakrzywionych powierzchniach.

W Polsce najliczniejszą grupę obiektów stanowią konstrukcje betonowe, a pośród nich rozwiązania typowe. Aby uniknąć monotonii, projektanci mogą urozmaicić powierzchnię boczną ustroju nośnego przez zastosowanie interesującej faktury np. przez wyeksponowanie koloru kruszywa, pozostawienie naturalnych śladów desek czy stosowanie oryginalnych wykładzin szalunków (rys. 30).



Rys.30. Różnorodność faktur stosowanych w mostownictwie betonowym
Fig.30. Variety of textures applied in concrete bridge engineering

W budownictwie mostowym coraz częściej pojawiają się formy zbliżone swym rysunkiem do naturalnych. Traktowanie natury jako godnej naśladowania mistrzyni ma długą, sięgającą starożytności tradycję. Analogie z formami organicznymi stanowią element humanizacji techniki. Formy takie często występują na powierzchniach płyt gzymsowych. Pełną one nie tylko funkcję ozdobną, lecz są również szalunkiem dla izolacji i nawierzchni. Przykładem zastosowania regionalnych motywów roślinnych na płytach gzymsowych są wiadukty nad autostradą w okolicach Salzburga. Na trasie kilkudziesięciu kilometrów wielobarwne kompozycje roślinne na bocznych powierzchniach ustrojów nośnych cieszą oczy użytkowników autostrady (rys. 31). Motywy takie lub inne symbole mogą stać się elementami charakteryzującymi dany obszar czy podkreślającymi różnice regionalne.



Rys.31. Te obiekty budzą duże zainteresowanie przejeżdżających turystów (fot. G. Łagoda)
Fig.31. Those structures raise a large curiosity of tourists passing by (photo G. Łagoda)

Na pewno mniej absorbują, ale również urozmaicają widok boczny wiaduktu wzory geometryczne na płytach gzymsowych lub o różnym zabarwieniu (rys. 32).



Rys.32. Płyty gzymsowe stanowiące kolorystyczny akcent (fot. M. Łagoda)
Fig. 32. Cornices plates determining a coloristic accent (photo M. Łagoda)

Barwa obiektu ma duży wpływ na wygląd zewnętrzny konstrukcji, dlatego też trudno jest omawiać to zagadnienie w oderwaniu od innych czynników. Przecież każdy element konstrukcji jest jakoś zabarwiony. Nic więc dziwnego, że wcześniej przy omawianiu innych problemów zawsze uwzględniano kwestię koloru. Najogólniej rzecz biorąc barwy konstrukcji mostowych powinny być dostosowane do otoczenia i raczej jasne. Kolory naturalne są zazwyczaj lepsze aniżeli kolory jaskrawe, “transparentowe”. Jeżeli występują specjalne względy, które wymagają “ukrycia” obiektu w krajobrazie, to skuteczniejsze jest zastosowanie barwy ciemnej, zwłaszcza jeśli chodzi o główny ustrój nośny, ukryty pod wspornikiem chodnika. W przypadku zaś, gdy chodzi o specjalne eksponowanie konstrukcji wiaduktu, pożądany jest kontrast z tłem w tonie lub kolorze. Bardzo efektywne bywają kolory biały i czarny. Zarówno kolor czarny jak i biały zaleca się stosować z pewnym zabarwieniem: czarny w kierunku niebieskiego a biały w kierunku kremowego. Mówiąc bardziej ogólnie, odcienie szarawe będą lepsze w krajobrazie naturalnym z uwagi na to, że harmonizują lepiej z naturalnym środowiskiem we wszystkich porach roku, zaś zabarwienie jaskrawe (niebieskie, zielone, czerwone lub żółte) jest pożądane na terenach przemysłowych lub zurbanizowanych, zwłaszcza nowoczesnych (rys. 33).

Wrażenie lekkości w przypadku balustrady czy poręczy można uzyskać przez pomalowanie ich na kolor w odcieniu o ton jaśniejszym od koloru konstrukcji. Różnicowanie barw stosuje się również w celu rozróżnienia i wyraźniejszego zaznaczenia odrębności i funkcji poszczególnych elementów konstrukcji. Posługiwanie się barwą wymaga od projektanta dużego doświadczenia i wyczucia. Ważne jest nie tylko zgranie kolorów poszczególnych elementów, ale przede wszystkim uzyskanie harmonii z otaczającym obiekt krajobrazem.



Rys.33. Jaskrawo ubarwione obiekty mostowe w centrach aglomeracji miejskich
(fot. M. Łagoda)

Fig.33. Brightly coloured bridge structures in centres of municipal agglomeration
(photo M. Łagoda)

8. NOWE TENDENCJE W PROJEKTOWANIU MOSTÓW

W ostatnich latach w budownictwie mostowym pojawiły się nowe materiały konstrukcyjne [21], nie mające odniesienia w dotychczas stosowanych standardach. Są to nowe generacje betonów i kompozytów betonopodobnych; tworzywa sztuczne, zbrojone różnego rodzaju włóknami; najnowsze asortymenty stali konstrukcyjnych, nie wspominając o nowoczesnych materiałach naprawczych, izolacyjnych i wyposażeniowych oraz nowych rodzajach powłok antykorozyjnych dla konstrukcji stalowych i betonowych. Wytyczają one obecne tendencje rozwojowe mostownictwa. Powstają konkurencyjne technologie, a także niespotykane dotychczas typy konstrukcji. Przy racjonalnym wykorzystaniu możliwości, jakie dają nowe materiały i technologie, budowane obiekty mostowe mogą być funkcjonalne, ekonomiczne i estetyczne.

Obserwując przemiany historyczne, można zauważyć, że każdy nowy materiał w początkach jego stosowania “naśladuje” formy właściwe materiałom tradycyjnym. Zanim zostaną stworzone formy wykorzystujące optymalnie właściwości nowych tworzyw, zawsze upływa trochę czasu. Forma kładek w Kolding i w Pontresina, wykonanych z FRP [22] (ang. *Fibre Reinforced Plastics*) pokazuje, że w tych przypadkach aplikowano ukształtowanie adekwatne konstrukcjom stalowym (rys. 34).

Tymczasem właściwości FRP różnią się zdecydowanie od właściwości stali. Jednak wypracowanie własnych form dla FRP jest tylko kwestią czasu.



Rys.34. Kładka w Kolding i w Pontresina [23], [24]

Fig.34. Footbridge in Kolding and in Pontresina [23], [24]

Wpływ wysokowytrzymałych betonów i współczesnych stali na rozwój mostownictwa i na wygląd konstrukcji mostowych jest niezaprzeczalny.

Współczesna stal, określana skrótem “HPS” (ang. *High Performance Steel*), należy do nowej generacji materiałów konstrukcyjnych. Odznacza się lepszymi właściwościami przede wszystkim w zakresie wytrzymałości, granicy plastyczności, twardości, spawalności, odporności na kruche pęknięcia, zdolności do formowania na zimno oraz odporności na korozję. Właściwości tej stali pozwalają na bardziej śmiało kształtowanie konstrukcji.

Zmienna grubość blach np. w półkach dźwigarów głównych sprawia, że dokładniej można dostosować przekrój poprzeczny ustroju nośnego do rozkładu sił wewnętrznych. Rysunek konstrukcji jest wtedy bardziej płynny, bez widocznych zmian przekroju. Większe grubości blach powodują, że przekroje są bardziej krępe. Liczba elementów, jak np. liczba belek głównych, może być dzięki temu mniejsza. W mostach zespolonych średniej rozpiętości można nawet dwukrotnie zmniejszyć liczbę dźwigarów blachownicowych, zachowując tę samą wysokość konstrukcyjną. Mniejsza liczba belek czyni konstrukcję bardziej czytelną i prostszą. Wsporniki podchodnikowe o znacznie większych wysięgach rzucają cień na powierzchnie boczne belek głównych i przez to konstrukcja wydaje się smuklejsza i lżejsza.

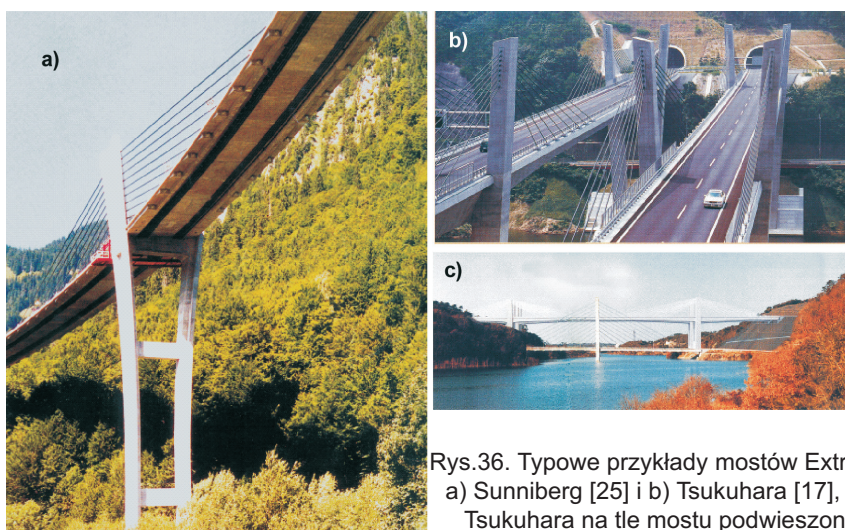
Pośród nowych rozwiązań w ostatnich latach pojawiły się nowe konstrukcje zespolone tzw. mosty “integralne”. W konstrukcjach tych poprzecznice przewidziano jedynie w osi łożysk. W ten sposób uzyskano możliwość oparcia ustroju nośnego na podporze o dwóch łożyskach, a nie jak w przypadku konstrukcji klasycznych na tylu łożyskach, ile jest dźwigarów. Również zbędny stał się oczep podporowy, a przy dużej liczbie dźwigarów uzyskuje się małą wysokość ustroju. Ma to niezaprzeczalny wpływ na wygląd konstrukcji. Poprzecznice przecinając ustrój nośny, bardzo wyraźnie dzielą konstrukcję na poszczególne przęsła. Obiekt przez to wydaje się nieco cięższy w okolicy podpór i z daleka przypomina raczej konstrukcje o przęsłach swobodnie podpartych (rys. 35).



Rys.35. Ustrój nośny konstrukcji zespolonej, złożonej z walcowanych dźwigarów stalowych, połączonych z betonową poprzeczną podporową, wyraźnie dzielącą ustrój nośny na przęsła (fot. G. Łagoda)

Fig.35. Composite superstructure made of rolled steel girders, united with concrete support cross-beam, clearly dividing the superstructure into span (photo G. Łagoda)

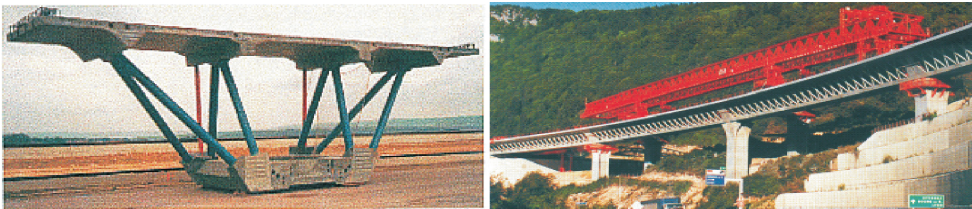
J. Mathivat z Francji zaproponował w 1988 roku konstrukcje ciągłe z betonu sprężonego, podwieszane jednocześnie za pomocą gęstego olinowania do niskich pylonów. Połączenie idei mostu podwieszono i belkowego sprężonego dało w efekcie nowy typ konstrukcji. Mosty te (z podwieszeniem doprężającym) po angielsku zwane są "Extradosed Prestressed Bridges" lub "Bridges with the Advantages of Prestressed". Mosty Extradosed wyglądem przypominają mosty podwieszane, ale ich parametry konstrukcyjne odpowiadają mostom belkowym. W widoku ogólnym charakteryzują się między innymi tym, że wysokości konstrukcyjne dźwigarów głównych są znacznie mniejsze niż w normalnych mostach belkowych, a pylony są 2÷3 krotnie niższe niż w klasycznych mostach podwieszonych (rys. 36).



Rys.36. Typowe przykłady mostów Extradosed; a) Sunniberg [25] i b) Tsukuhara [17], c) most Tsukuhara na tle mostu podwieszono [17]

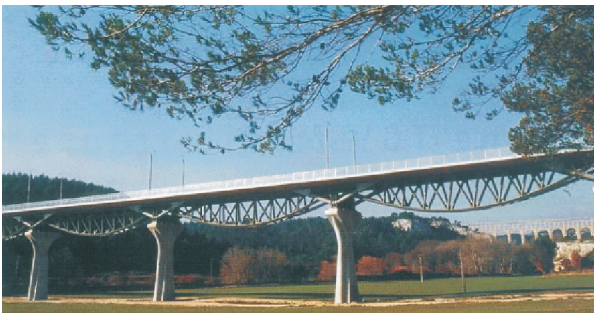
Fig.36. Typical example of Extradosed bridges; a) Sunniberg [25] and b) Tsukuhara [17], c) bridge Tsukuhara on the background of cable stayed bridge [17]

Bardziej racjonalne wykorzystanie właściwości betonu i stali doprowadziło przez modyfikację sprężonych przekrojów skrzynkowych do powstania nowego typu przekroju tj. konstrukcji PCS, (ang. *Prestressed Composite Structures*). Najważniejsze elementy ustroju nośnego, czyli pomost pełniący jednocześnie rolę pasa górnego oraz pas dolny, wykonane są z betonu (dolny z betonu wysokiej wytrzymałości BWW) i połączone są środnikami stalowymi lub betonowymi (rys. 37). Zbrojenie sprężające znajduje się w płycie betonowej lub poza nią, jako sprężenie zewnętrzne w przestrzeni ograniczonej pasem górnym i dolnym oraz środnikami płaskimi z blachy falistej lub kratownicowymi.



Rys.37. Typowy przekrój PCS oraz gotowy obiekt (Struktural Engineering International)
Fig.37. Typical PCS section as well as finished structure (Struktural Engineering International)

Pokazany na rysunku 38 wiadukt de l'Arc jest kolejną modyfikacją konstrukcji PCS, w której dolny pas został mocno zredukowany i gdzie wprowadzono zmienną na długości wysokość konstrukcyjną ustroju nośnego. Zastosowane tutaj stalowe przekroje rurowe są z wielu powodów bardzo atrakcyjnymi elementami konstrukcyjnymi do kształtowania mostów.



Rys.38. Wiadukt de l'Arc [14]
Fig.38. De l'Arc viaduct [14]

Dynamiczny rozwój materiałów konstrukcyjnych i technologii budowy konstrukcji inżynierskich wywiera istotny wpływ na wygląd nowo wznoszonych obiektów mostowych. Rozwój znanych (mosty integralne) i tworzenie nowych (SPACES, Extradose, PCS, konstrukcje rurowe) typów konstrukcji to wielki potencjał, dający szansę urozmaicenia wyglądu naszych mostów (rys. 39).



Rys.39. Awangardowa konstrukcja betonowo-wstęgowa [26]
Fig.39. Avant-garde concrete-ribbon construction [26]

9. PODSUMOWANIE

Nie ulega wątpliwości, że w Polsce niektórzy projektanci nie przywiązują zbyt dużej wagi do wyglądu projektowanych przez siebie mostów. Wynika to być może z faktu, że nie doceniają oni dostatecznie roli i mocy oddziaływania na obserwatorów piękna obiektów mostowych czy całych tras mostowych. Koncentrują się głównie na wypełnianiu wymogów konstrukcyjnych, wytrzymałościowych, funkcjonalnych, rzadziej ekonomicznych, nie biorąc pod uwagę faktu, że oddziaływanie estetyczne, to też jest bardzo ważna funkcja obiektu.

Wynikające stąd trudności są być może rezultatem braku estetycznego wycucia, spowodowanego dominacją wykształcenia technicznego nad wartościami humanistycznymi. Czasem też trudności te są efektem zbyt rzadkiego sięgania do dobrych wzorów. Biorąc pod uwagę, że planowana budowa sieci autostrad pociągnie za sobą konieczność zaprojektowania tysięcy mostów i wiaduktów, powstaje pytanie, czy nie należałoby wypełnić luki, polegającej na braku przystępnego podręcznika projektowania estetycznych mostów. Przypomnienie teoretycznych zasad i reguł projektowania architektonicznego mostów to tylko część zadania, drugim ważnym aspektem wsparcia dla projektantów jest praktyczne zilustrowanie tych zasad, przytoczenie wielu dobrych, czytelnych przykładów konkretnych obiektów mostowych lub stworzenie katalogów detali konstrukcyjnych, wspomagających projektantów. Każdy obiekt inżynierski, choćby był oparty na standardowych wzorcach, może być konstrukcją oryginalną dzięki różnicowanemu wyposażeniu, urozmaiconej fakturze i kolorystyce, jak również ze względu na to, że przecież każdy wybudowany jest w innym otoczeniu.

Pośród wielu tysięcy budowanych obiektów trudno będzie nadać każdemu oryginalną, niepowtarzalną formę, zatem powtórzenia dobrych projektów, to rzecz nieunikniona, natomiast bardzo istotnym zagadnieniem jest umiejętność dopracowania szczegółów, eksponowania elementów poprawiających ogólny wygląd i maskowania detali niekoniecznie podnoszących estetykę rozwiązania. Jak wielkie znaczenie

może mieć podniesiony tu problem, ilustrują pokazane poniżej przykłady. Rysunek 40 przedstawia dwa elementy tej samej przeprawy mostowej, wykonanej w tym samym czasie i zaprojektowanej w tym samym biurze, ale pod kierunkiem dwóch różnych inżynierów. Skutek jest aż nadto widoczny.



Rys.40. Przykłady odmiennego podejścia z punktu widzenia estetyki do rozwiązania szczegółów odwodnienia wiaduktów (fot. M. Łagoda)

Fig.40. Examples of different approach from aesthetics point of view to solution of details viaduct drainage (photo M. Łagoda)

BIBLIOGRAFIA

- [1] *Wasiutyński Z.*: O architekturze mostów. PWN 1971
- [2] *Biliszczuk J., Machelski Cz., Onysyk J., Węgrzyniak M., Prabucki P.*: Kładki dla pieszych jako elementy promocji otaczającego terenu. IV Krajowa Konferencja ESTETYKA MOSTÓW, 21 - 28, W-wa - Popowo, 17 - 19 kwietnia 2002
- [3] *Cywiński Z.*: Mosty w Japonii. Biblioteczka ZMRP - Zeszyt Nr 5, Kraków 2001
- [4] *Łagoda M., Łagoda G.*: Czytelność formy w kształtowaniu mostów. I Krajowa Konferencja ESTETYKA MOSTÓW, 85 - 89, W-wa - Jadwisin, 28 - 29 kwietnia 1994
- [5] *Enterprise detraux Publics de L'Ouest.*: Le dialogue est la meilleure fondation. Val de Loire - Nantes 2000
- [6] *International Iron and Steel Institute.*: Innovation in steel. Bridge around the World. Rotterdam 1997
- [7] *Łagoda G., Łagoda M.*: Formy ekspresji w kształtowaniu mostów. I Krajowa Konferencja ESTETYKA MOSTÓW, 79 - 85, W-wa - Jadwisin, 28 - 29 kwietnia 1994

-
- [8] *Leonhard F.*: Bridges. Aesthetics and Design, DVA 1982
- [9] *Rzepińska M.*: Studia z teorii i historii koloru. t. I, Kraków 1966
- [10] British Steel: bridges for regeneration. London 1997
- [11] *Łagoda G.*: Wiadukty nad autostradami - wybrane zagadnienia kształtowania konstrukcyjnego i estetycznego. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001
- [12] *Geoghegan M.*: Koror - Babeldaub Bridge repair. VSL News nr 2, Lyssach 1996
- [13] *Flaga K., Mendera Z.*: Mosty we Francji. Biblioteczka ZMRP - Zeszyt Nr 4, Kraków 2000
- [14] OTUA: Ponts metalliques. Bulletin 19, Valmy 1999
- [15] *Łagoda M., Łagoda G.*: Wybrane zagadnienia estetyki obiektów podwieszonych. III Krajowa Konferencja ESTETYKA MOSTÓW, 127 - 135, W-wa - Popowo, 22 - 23 kwietnia 1999
- [16] *Łagoda M., Łagoda G.*: Aspekty estetyczne kształtowania mostu przez Narew w Ostrołęce. II Krajowa Konferencja ESTETYKA MOSTÓW, 109 - 117, W-wa - Jachranka, 25 - 26 kwietnia 1996
- [17] Nihon Doro Kodan: Development of technology for expressway bridges. Tokyo 1998
- [18] *Pritchard B.*: Bridge design for economy and durability. London 1992
- [19] *Straski J.*: Architecture of bridges as developed from the structural solution. 12-22, FIP Notes, nr 4/1994
- [20] *Biliszczyk J., Onysyk J., Machelski Cz.*: Krajowe przykłady kształtowania obiektów mostowych z rur stalowych. III Krajowa Konferencja ESTETYKA MOSTÓW, 41 - 49, W-wa - Popowo, 22 - 23 kwietnia 1999
- [21] *Łagoda G.*: Wybrane nowości w technice mostowej i ich wpływ na estetykę mostów. Inżynieria i Budownictwo, 9/1999, 499 - 503
- [22] *Trochymiak W.*: Wybrane problemy estetyki mostów z polimerów wzmacnianych włóknami. III Krajowa Konferencja ESTETYKA MOSTÓW, 225 - 233, W-wa - Popowo, 22 - 23 kwietnia 1999
- [23] *Braestrup M.*: Footbridge constructed from glass-fibre-reinforced profiles, Denmark. Structural Engineering International, 4/99
- [24] *Keller T.*: Towards structural forms for composite fibre materials. Structural Engineering International, 4/99
- [25] *Menn C.*: Functional shaping of piers and pylons. Structural Engineering International, 4/1998
- [26] Japan Prestressed Concrete Contractors Association: Shiosai Bridge. Tokyo 1999

AESTHETIC ASPECT OF THE SHAPE OF BRIDGE STRUCTURES

Abstract

The ancients considered aesthetics to be a property of an object, like function or pleasure, a property that manifested itself in the harmonious proportions of the dimensions. This roughly summarized philosophical background indicates that aesthetics in bridge design can be assessed, above all, from the point of view of form and shape, on one hand, and from that of functionalism and efficiency, on the other. Bridge design is essentially an engineering problem. Safety, construction process, and economy, among other things, play decisive roles. Unfortunately, the aesthetic aspect is often neglected, and few significant contributions have been made toward the advancement of bridge aesthetics. The recommendations given in this paper derive mainly from consideration of view expressed by authors in the basis of experience and literature. The problem becomes of increasing importance with the greater efforts now being made to bring the road system of Poland up to the standards required for modern transport.