

DROZDOWSKA Karolina

PRZEGLĄD TECHNOLOGII WZMACNIANIA I POSZERZANIA OBIEKTÓW MOSTOWYCH

Streszczenie

Duży wzrost intensywności ruchu, a tym samym liczby pojazdów ciężarowych na szlakach tranzytowych, stawia przed inżynierami konieczność gruntownych przeglądów istniejących obiektów mostowych. Często kończy się to decyzją o ich przebudowie, związanej z poszerzeniem szerokości użytkowej, modernizacji, a w ostateczności o ich wymianie. Aby dokonać wyboru, należy odpowiednio wnikliwie przeanalizować wszystkie aspekty ekonomiczne, społeczne i techniczne. W niniejszym artykule przedstawione zostały wybrane sposoby poszerzania i wzmocnienia mostów, mające na celu przywrócenie ich walorów użytkowych.

WSTĘP

Wiele obiektów mostowych w naszym kraju wymaga przebudowy lub wzmocnienia. Powodem tego jest długoletni okres ich eksploatacji, a także wzrost intensywności ruchu, a tym samym liczby pojazdów ciężarowych na szlakach tranzytowych. Szczegółowe przeglądy obiektów mostowych poprzedzają decyzję o ich ewentualnej przebudowie lub wymianie. Aby dokonać wyboru, należy odpowiednio wnikliwie przeanalizować wszystkie aspekty ekonomiczne, społeczne i techniczne. Odpowiednim rozwiązaniem jest modernizacja obiektu z jednoczesnym poszerzeniem szerokości użytkowej, która będzie miała na celu polepszenie przepustowości mostu bądź wiaduktu.

Zagadnienie poszerzenia obiektów mostowych, wymaga wnikliwej analizy, począwszy od badania natężenia ruchu na danym odcinku drogi, przez zagadnienia konstrukcyjne, ekonomiczne, aż po aspekty estetyczne dotyczące tego przedsięwzięcia. Wymienione aspekty logistyczne towarzyszące modernizacji obiektu przedstawiono w artykule [2], [3], [4].

W zależności od potrzeb i rozmiarów poszerzenia można spotkać się z różnymi rozwiązaniami. Każde prace obejmujące poszerzanie mostu wymagają jednocześnie dodatkowego wzmocnienia, dlatego też te dwa zagadnienia są przedmiotem opracowania. W artykule omówione zostaną wybrane sposoby poszerzania mostów i ich wzmocnienia.

1. SPECYFIKA MODERNIZACJI MOSTÓW

Potrzeba wzmocnienia obiektów mostowych związana jest z ich niewystarczającą nośnością w stosunku do przewidywanych wymagań. Informacje o stanie mostu uzyskuje się na podstawie przeprowadzanych przeglądów. Po ich wykonaniu można określić czy obiekt ma zły stan techniczny, niezadowolający, czy też dobry [6]. Gdy stan mostu jest zły lub niezadowolający, konieczne jest bezwzględne przeprowadzenie remontu i wzmocnienia, aby umożliwić dalszą, bezpieczną eksploatację. Najczęstszym zabiegiem jest zwiększenie nośności, aby klasa była wyższa od projektowanej oraz aby przystosować most do nowych

warunków komunikacyjnych. Taka sytuacja zazwyczaj dotyczy wielu obiektów wzniesionych w latach dawniejszych. Wtedy to obowiązywały inne normy obciążenia. Dobry stan techniczny obiektu świadczy o trwałości konstrukcji, jednak ze względu na potrzebę zwiększenia klasy nośności, należałoby dodatkowo wzmocnić konstrukcję. W każdym z trzech przypadków metody wzmocnienia i poszerzenia będą podobne lub też takie same. Różnica będzie jedynie w intensywności prowadzonych działań ze względu na stan konstrukcji.

Poszerzenie obiektu mostowego zawsze prowadzi do wzrostu poziomego obciążenia w porównaniu do pierwotnej sytuacji. Wpływa na to zwiększenie obciążeń stałych z powodu dobudowanych części konstrukcji, a także obciążeń użytkowych w związku ze zwiększeniem szerokości użytkowej jezdni (większe obciążenie i mimośrodowość ich działania). Należy wziąć pod uwagę także ewentualną konieczność wzmocnienia podpór lub fundamentów, gdyż przy zmodernizowanej konstrukcji ich nośność może być niewystarczająca.

W wyniku poszerzenia mostu, w nowym układzie zachodzi redystrybucja sił wewnętrznych w stosunku do stanu pierwotnego. Wiąże się to z odciążeniem niektórych elementów, przy jednoczesnym dociążeniu innych. W sytuacji, gdy przeszło poszerza się symetrycznie lub niesymetrycznie zmienia się proporcja długości do szerokości płyty, a co za tym idzie, następuje zmiana wartości wzdłużnych m_x i poprzecznych m_y momentów zginających. W związku ze wzrostem wartości m_y należy rozważyć wzmocnienie płyty, a przede wszystkim przed przystąpieniem do poszerzenia należy odpowiednio przeanalizować obliczeniowo konstrukcję [2].

Poszerzanie mostu prowadzi do mniejszych lub też większych zmian w ich pierwotnym wyglądzie. W sytuacji, gdy mamy do czynienia z obiektem zabytkowym, zmiana taka ma istotne znaczenie, gdyż może wpłynąć na estetyczne walory mostu. W Polsce znajduje się wiele obiektów zabytkowych i wymagają one specjalnego traktowania, a poszerzenie powinno być wykonane w taki sposób, aby wkomponowywało się w ich istniejącą architekturę.

Przystępując do poszerzania mostu, zazwyczaj należy przeprowadzić równocześnie inne prace remontowe, naprawcze, renowacyjne a także wzmocniające, ponieważ rzadko ma się do czynienia z nienowym obiektem o wzorowym stanie technicznym. Przed przystąpieniem do poszerzenia obiektu mostowego powinno dokonać się dogłębnej analizy wszystkich prac i działań, z uwzględnieniem czasu ich trwania i nakładów finansowych. Te logistyczne aspekty i metodykę postępowania opisano w opracowaniach [2], [3], [4].

2. SPOSOBY POSZERZANIA OBIEKTÓW MOSTOWYCH

W praktyce stosowane są podstawowe, dwa rodzaje rozwiązań. Pierwszym z nich jest dwustronne lub jednostronne poszerzanie pomostu i najczęściej wykorzystuje się to w mostach stalowych. Drugim rozwiązaniem jest wymiana istniejącej płyty pomostu na nową, odpowiednio szerszą i lżejszą. Znajduje to zastosowanie w mostach betonowych, kamiennych, czy też stalowych. Poniżej zostaną pokazane przykłady poszerzania mostów stalowych, betonowych, a także zabytkowych.

2.1. Poszerzanie mostów stalowych

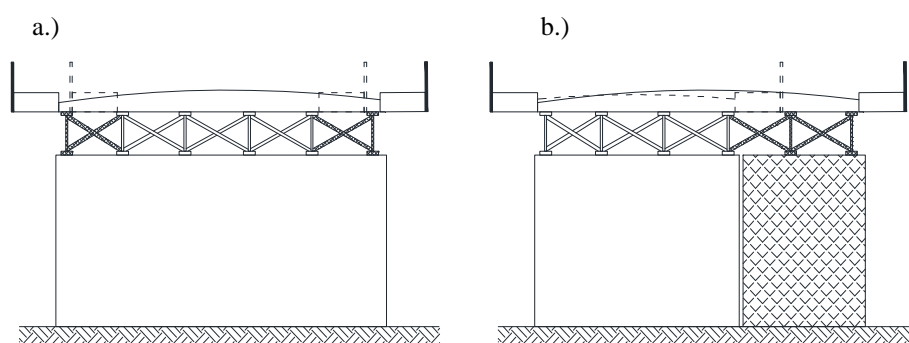
Poszerzanie stosowane jest prawie zawsze przy mostach drogowych. W przypadku mostów kolejowych wykonuje się to wyjątkowo. W celu zwiększenia szerokości użytkowej konstrukcji stosuje się różne rozwiązania [1]. Przy mostach z jazdą górą może to być poszerzenie przez dodanie belek głównych (symetrycznie bądź niesymetrycznie), ułożenie nowych poprzeczników na istniejących belkach głównych, a także dodanie wsporników pod jezdnie lub chodniki na zewnątrz skrajnych belek głównych. W przypadku mostów z jazdą dołem stosuje się poszerzenie jezdni kosztem chodników wewnętrznych, dodanie nowych

chodników na wspornikach na zewnątrz dźwigarów głównych lub też zwiększenie rozstawu belek głównych (rzadko stosowane z uwagi na trudności wykonawstwa).

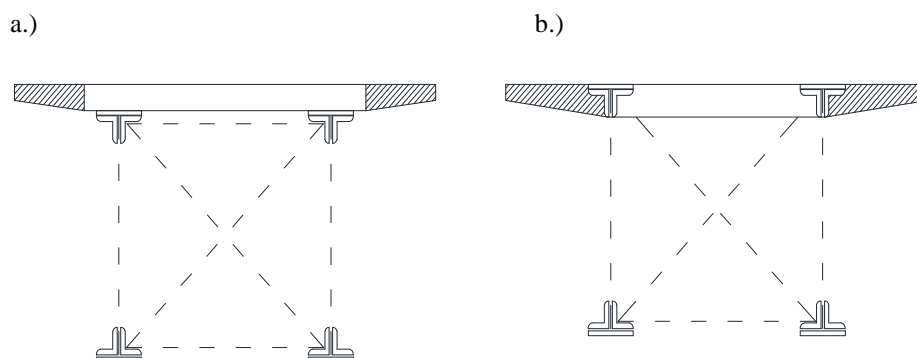
Wszystkie przytoczone rozwiązania wpływają na zwiększenie obciążeń przypadających na istniejące dźwigary, które mogą wymagać dodatkowego wzmocnienia.

Poszerzanie mostów stalowych z jezdnią górną

W przypadku mostów, w których jezdnia prowadzona jest górną istnieje możliwość poszerzenia poprzez dodanie belek głównych (Rys. 3) Takie rozwiązanie nie wywołuje przeciążenia dźwigarów istniejących i jest stosunkowo proste w montażu. To rozwiązanie jest uzasadnione w sytuacji, gdy szerokość podpór jest wystarczająca i pozwala na umieszczenie dodatkowych łożysk. W przeciwnym wypadku należy nie tylko poszerzyć konstrukcję mostu, ale i podpory. Wtedy najlepszym rozwiązaniem jest jednostronne zwiększenie szerokości mostu, aby prace mogły być wykonywane tylko z jednej strony obiektu.



Rys. 3. Poszerzenie mostu za pomocą dodatkowych belek głównych (1-dodatkowe belki, 2-poszerzona część podpory), a.) poszerzenie obustronne, b.) poszerzenie jednostronne
Źródło: [1]



Rys. 4. Poszerzenie przejazdu mostu z jazdą górną, a.) poprzez wydłużenie poprzecznic, b.) poprzez dodanie wsporników
Źródło: [1]

Przy mostach złożonych z dwóch belek głównych o większych rozpiętościach, stosuje się poszerzenie części przejazdowej za pomocą wydłużenia poprzecznic, bądź dobudowanie wsporników (Rys. 4). Konstrukcja wsporników powinna zapewniać przejmowanie momentu ujemnego w przekroju zamocowania. Gdy poprzecznice są w złym stanie technicznym, należy wymienić je na nowe, o odpowiednio zwiększonej długości. W tym przypadku zazwyczaj wykonuje się równocześnie wymiany nawierzchni na lżejszą, aby dodatkowo odciążyć belki główne.

Poszerzanie mostów stalowych z jezdnią dolną

W przypadku, gdy na moście jest zwiększony ruch pieszych, sposobem na rozwiązanie problemu jest dobudowanie nowych chodników na zewnątrz dźwigarów głównych. Wykonuje się wtedy wsporniki rozmieszczone w węzłach kratownicy bądź w tych przekrojach blachownic, w których mamy belki poprzeczne. Dodanie chodników jest korzystnym rozwiązaniem ze względu na większe bezpieczeństwo pieszych, gdyż ich ruch oddzielony zostaje od ruchu pojazdów [1].

Znane jest także w praktyce poszerzanie jezdni kosztem chodników umieszczonych między dźwigarami głównymi i sprowadza się to do przeprojektowania nawierzchni na moście. Kolejnym sposobem jest rozsuniecie belek głównych, jednak to wymaga poszerzenia podpór.

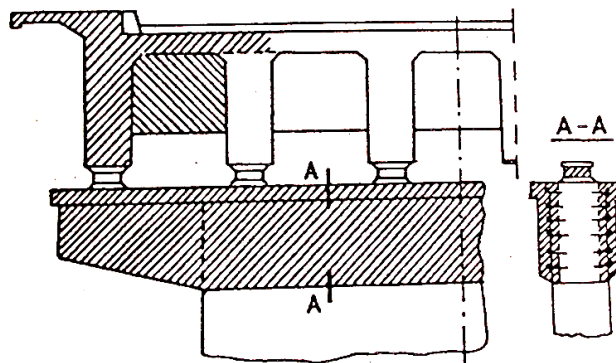
2.2. Poszerzanie mostów masywnych

Poszerzenie mostu masywnego, czyli na przykład kamiennego, betonowego, żelbetowego można wykonać poprzez poszerzenie ustroju nośnego za pomocą dobudowanych wsporników. Innym rozwiązaniem jest dodanie nowych belek głównych, co prowadzi do konieczności poszerzenia podpór (np. przez wykonanie wspornikowych ław podłożyskowych lub poszerzenie całej konstrukcji podpory).

Poszerzanie mostów belkowych

W poszerzeniu mostów belkowych najważniejsze jest to, aby zapobiec poszerzaniu podpór. Najłatwiejsze jest wykonanie wsporników i umieszczenie na nich chodników dla pieszych. Przy niewielkim wysięgu stosowane są wsporniki płytowe, zakotwione w istniejącej konstrukcji na całej długości; przy większym projektuje się przedłużenie poprzecznic mostu. W celu zmniejszenia momentów w płycie chodnika dodaje się krawężnikową belkę podłużną. Zbrojenie wspornika powinno być należycie zakotwione w istniejącą konstrukcję.

Gdy poszerzenie mostu wynika z dodania jednego lub więcej pasów ruchu na moście, projektuje się dobudowę nowych belek głównych w sposób symetryczny lub niesymetryczny (Rys. 5). To rozwiązanie wymaga poszerzenia podpór, dlatego w praktyce wykonuje się zazwyczaj niesymetrycznego, czyli jednostronnego dodania belek. Należy także przeprojektować dojazdy do mostu, gdyż oś podłużna ulega przesunięciu.



Rys. 5. Przykład poszerzenia wielobelkowego mostu (nowe elementy mostu zaznaczone poprzez zakreskowanie) [2].

Źródło: [11]

Poszerzanie mostów zabytkowych

Poszerzanie obiektów zabytkowych stanowi osobne zagadnienie i mogłoby być tematem kolejnej publikacji, dlatego w tym opracowaniu przedstawiono tylko jeden przykład. Zabytkowych obiektów w Polsce jest stosunkowo wiele i wymagają- zależnie od przypisanej

im wartości specjalnego traktowania przy modernizacjach [2]. W przypadku, gdy klasa zabytku nie jest najwyższa, ingerencja w umiarkowanej postaci w wygląd mostu jest możliwa. Takie postępowanie określa się mianem „szlachetnego fałszerstwa” [2]. Odpowiednim przykładem jest most d’Iena w Paryżu, łączący dwa brzegi Sekwany i uznany za zabytek historyczny. Most został przebudowany i zwiększono jego szerokość z 19 metrów do 35 metrów. Poszerzenia wykonano w 1937 roku poprzez wstawienie nowej, stalowej konstrukcji pomostu, która jest niewidoczna z boku, przy jednoczesnym zachowaniu bocznej, zdobionej elewacji obiektu [11].

3. SPOSOBY WZMACNIANIA MOSTÓW

Wzmocnienia wymagają wszystkie elementy mostu, których sztywność lub przekrój są niewystarczające. Z uwagi na przewidywany okres czasu pracy obiektu po przeprowadzonych zabiegach, wzmocnienia mogą być prowizoryczne, (czyli stosowane w czasie nagłej awarii spowodowanej np. powodzią; na czas budowy nowego mostu stałego), a także stałe (mające służyć konstrukcji przez kolejne lata jego eksploatacji). Wzmocnienie konstrukcji możemy podzielić także na [1]:

- pośrednie- związane jest ze zmniejszaniem sił osiowych lub momentów gnących w elementach, poprzez dodanie nowych elementów, które wciągane są do współpracy. Są nimi np. Dodatkowe podpory, belki główne, sprężenie. Powoduje to zmianę schematu statycznego mostu. Tego typu wzmocnienie stosowane jest najczęściej dla mostów stalowych i drewnianych, chociaż sprężenie można wykorzystać w przypadku mostów belkowych,
- bezpośrednio- polega na zwiększeniu przekroju poszczególnych elementów konstrukcyjnych na przykład belki, pręta, węzła, co nie wpływa na zmianę schematu statycznego konstrukcji. Takie rozwiązania stosuje się zazwyczaj w mostach stalowych, ponieważ w żelbetowych jest to utrudnione, chociaż nie niemożliwe.

Dokonując wyboru sposobu wzmocnienia należy wiedzieć, że zależne jest ono od wartości przekroczonych naprężeń w elementach konstrukcji; od ilości wzmocnianych elementów; od możliwości technicznych wykonania. Wzmocnienie bezpośrednio stosowane jest przy mniejszym zakresie robót, gdy poprawy wymagają tylko niektóre elementy. Pośrednie jest już bardziej zaawansowane i projektuje się je przy znacznym przekroczeniu naprężeń dopuszczalnych.

3.1. Wzmocnianie mostów przy pomocy zwiększenie przekrojów nakładkami stalowymi

Przykłady wzmocniania elementów poprzez zastosowanie nakładek stalowych są powszechnie znane [8]. Zwiększenie przekrojów nośnych jest metodą bardzo skuteczną. Do istniejącej konstrukcji dołącza się elementy nowe, czego wynikiem jest większa nośność konstrukcji. Dodatkowe nakładki łączy się z istniejącymi prętami poprzez spawanie, przy całkowitym odciążeniu przęsła. Zaletą takiego rozwiązania jest stosunkowo niski koszt materiału. Wadą będzie podatność na korozję wzmocniających elementów i stosunkowo duży ciężar wpływający na ciężar całej konstrukcji mostu.

3.2. Wzmocnianie mostów poprzez taśmy kompozytowe

Taśmy kompozytowe to włókna węglowe, aramidowe lub szklane, które wtopione zostały w tworzywo sztuczne (Rys.1). Jest to nowoczesne rozwiązanie stosowane we wszystkich obszarach, w których występują rozciągane elementy konstrukcyjne. Włókna ze względu na swoje właściwości mechaniczne pełnią w kompozycie funkcję konstrukcyjną, przenosząc siły rozciągające. Dzięki taśmom newralgiczne miejsca zyskują zwiększoną wytrzymałość pod

względem rozciągania jak i zginania, zmniejsza się również ugięcie i szerokość już istniejących rys i pęknięć [12].

Umieszczone na powierzchni konstrukcji taśmy kompozytowe tworzą zewnętrzne zbrojenie. Charakteryzują się wieloma zaletami. Między innymi są odporne na korozję i mają niewielki ciężar, co ma duże znaczenie w przypadku, gdy nie chcemy zwiększyć ciężaru własnego konstrukcji mostu. Taśmy charakteryzuje wysoka wytrzymałość na rozciąganie i wytrzymałość zmęczeniowa; niewielkie wymiary poprzeczne i możliwość dostosowania długości do wzmacnianego elementu konstrukcji. Ważną cechą jest łatwa aplikacja, gładka powierzchnia oraz możliwość krzyżowania w jednej płaszczyźnie, w różnych kierunkach. Taśmy można z powodzeniem malować, co jest bardzo przydatne w sytuacji, gdy należy „zakamuflować” wzmocnienie konstrukcji mostu. Do kolejnych, ważnych zalet można zaliczyć odporność na działanie typowych w konstrukcjach inżynierskich czynników korozyjnych (wilgoć, sól do zimowego utrzymania dróg itp.) [12].

Pierwsze zastosowanie taśm miało miejsce w 1991 roku w Szwajcarii w Ibach koło Lucerny, gdzie wzmocniono wieloprzęsłowy most o dźwigarze skrzynkowym [5]. W Polsce po raz pierwszy taśmy węglowe zostały użyte w 1997 r. do wzmocnienia mostu przez rzekę Wiar w Przemyśle w ciągu drogi nr 4, prowadzącej do przejścia granicznego w Medyce [9], [5]. Innym przykładem jest wzmocnienie taśmami węglowymi belek strunobetonowych estakad dojazdowych, prowadzących do mostu przez rzekę Wartę w Śremie [10], [5]. Od tego czasu liczba aplikacji materiałów kompozytowych do wzmacniania mostów wciąż się powiększa.

Obecnie coraz częściej w mostownictwie można spotkać się ze stosowaniem taśm kompozytowych. Wpływa na to na przykład możliwość zastosowania alternatywnej metody wzmocnienia niż te stosowane dotychczas. Przyczyna są również błędy w projektowaniu, które w stosunkowo łatwy sposób można zniwelować poprzez użycie taśm kompozytowych. Ważnym czynnikiem wpływającym na rozpowszechnienie się tego sposobu wzmacniania konstrukcji jest także skrócony czas prowadzonych prac, który można zaliczyć do czynników ekonomicznych.



Rys. 1. Przykład wzmocnienia przy pomocy taśm węglowych.

Źródło: [12]

3.3. Wzmacnianie mostów za pomocą zewnętrznych kabli sprężających

Wzmacnianie mostów za pomocą zewnętrznych kabli sprężających prostotę wykonania, a także niewielki wzrost ciężaru istniejącej konstrukcji. Obecnie funkcjonuje wiele systemów sprężania. Jednym z nich jest system SUSPA firmy Dywidag, który polega na sprężaniu zewnętrznym przy użyciu drutów [13], (Rys.2). Stosowany jest do sprężania bez pryczepności, przy którym cięgna leżą poza przekrojem betonowym, ale w obrębie

betonowanego odcinka. Cięgna wykonane są z 36 do 66 stalowych prętów ciągniętych o średnicy 7 mm, wykonane ze stali 1470/1670, w formie elementów kotwiących składających się z tulei z pierścieniem rozprężającym, elementów podstawowych, obejm i rur osłonowych. Siła z drutów sprężających przenoszona jest poprzez spęczane główki na element podstawowy. Cięgna wykonane są na zakładzie prefabrykacji, jako elementy zamknięte, zabezpieczone antykorozyjnie kable prefabrykowane. Do transportu cięgna sprężające nawijane są na bębny.

Do sprężania wykorzystuje się wkręcony w tuleję pręt sprężający, który z kolei naciągany jest przez prasę. Na zakończenie procesu sprężania element sprężający mocowany jest zadaną siłą za pomocą nakrętki ustalającej. Cięgno może być w każdej chwili wymontowane po poluzowaniu dzięki zastosowaniu prasy naciągowej i wymienione na nowe [13].

Każde zastosowanie kabli sprężających wiąże się z koniecznością wykonania dokładnych analiz obliczeniowych, w których rozpatrzy się wpływ sprężenia na redystrybucję sił wewnętrznych w całej konstrukcji, efekty lokalne w strefie zakotwień oraz zjawiska reologiczne. W Polsce w ostatnich latach coraz częściej wykorzystuje się tą metodę wzmocnienia obiektów mostowych. Przykładem jest most Grunwaldzki przez Wisłę w Krakowie. Wybudowany został w 1972 roku z betonu sprężonego, jako trójprzęsłowy układ ciągły, o rozpiętości poszczególnych przęseł 44 m + 65 m + 44 m. Wzmocnienia istniejącej konstrukcji dokonano w 1994 roku [6]. Innym przykładem jest żelbetowy most przez Czarny Dunajec w pobliżu Koniówki wybudowany w 1955 roku, jako trójprzęsłowy układ Gerbera. Rozpiętości poszczególnych przęseł wynoszą 20,3 m + 27,3 m + 20,3 m. Most wzmocniono kablami w 1997 roku [6].



Rys. 2. System sprężania SUSPA

Źródło: [13]

PODSUMOWANIE

Utrzymanie odpowiedniego stanu technicznego obiektów mostowych jest zagadnieniem istotnym, ponieważ wczesna identyfikacja i naprawa wad konstrukcyjnych zapewnia ciągłość użytkowania mostu. W Polsce jest wiele konstrukcji, których stan techniczny wymaga przeprowadzenia zaawansowanych prac modernizacyjnych, a często stare obiekty należy dodatkowo przystosować do wzrastającego natężenia ruchu na drogach.

Wzmacnianie konstrukcji jest często nieuniknione w przypadku, gdy chcemy poprawić jej nośność. Kolejnym przedsięwzięciem jest poszerzanie szerokości użytkowej mostu, który z powodu zwiększonego ruchu zaczyna stanowić tak zwane „wąskie gardło”. Zazwyczaj działania wzmacniające konstrukcję towarzyszą jej poszerzaniu, gdyż, rzadko poszerzany jest nowy most, który nie wymaga dodatkowych modernizacji i napraw. Najczęściej są to obiekty starsze, których remont i przebudowa są bardziej opłacalne niż wymiana na nowe.

W niniejszym opracowaniu dokonano przeglądu wybranych sposobów wzmacniania i poszerzania konstrukcji mostowych. Zakres jest ograniczony do przedstawienia

najważniejszych informacji, które i tak ze względu na ograniczenie ilościowe nie zostały wyczerpane całkowicie.

BIBLIOGRAFIA

1. **Bartoszewski J.**, *Wzmacnianie i poszerzanie mostów*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1962,
2. **Borończyk-Płaska G., Radomski W.:** *Techniczne, ekonomiczne i estetyczne aspekty poszerzania mostów drogowych*, Archiwum Instytutu Inżynierii Lądowej, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Nr 2, 2007,
3. **Borończyk-Płaska G., Radomski W.:** *Czas trwania remontu lub przebudowy mostu jako kategoria ekonomiczna*, XIII Seminarium „Współczesne metody wzmacniania i przebudowy mostów”, Poznań – Kiekrz, 17-18 czerwca 2003,
4. **Drozdowska K., Radomski W.,** *Logistyczne aspekty poszerzania obiektów mostowych*, *Technika Transportu Szynowego TTS* nr 9/2012 numer ISSN 1232-3829
5. **Jankowiak. I.,** **Materiały kompozytowe w budownictwie mostowym, *Inżynier Budownictwa*, 9/2012, PL ISSN 1732-3428.**
6. **Radomski, W. Trochymiak W.,** *Przegląd współczesnych metod wzmacniania mostów betonowych*, VIII Seminarium „Współczesne metody wzmacniania i przebudowy mostów”, IIL Politechnika Poznańska, Poznań-Kiekrz 1998.
7. **Radomski W., Zobel H., Piekarski J., Masłowski D.,** *Rehabilitation of reinforced and prestressed concrete Bridges in Poland by means of external post tensioning*, XIII FIP Congress, Amsterdam, 23-29 May 1998.
8. **Rybak M.:** *Przebudowa i wzmacnianie mostów*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1983,
9. **Siwowski T., Radomski W.,** *Pierwsze krajowe zastosowanie taśm kompozytowych do wzmocnienia mostu*, „Inżynieria i Budownictwo” nr 7/1998.
10. **Wołowicki W.,** *Projekt wykonawczy wzmocnienia mostu przez rzekę Wartę w Śremie*, projekt zrealizowany przez PO.MOST ARS, Sp. z o.o., Poznań 1997.
11. <http://wikimapia.org/1824236/pl/Most-d-I%C3%A9na>
12. <http://www.wzmacnianie.com>
13. <http://www.dywidag-systems.pl>

TECHNOLOGY OVERVIEW OF REINFORCING AND WIDENING OF BRIDGES

Abstract

Large increase in the volume of traffic, and thus the number of vehicles on transit routes, poses in front of the engineers need in-depth reviews of existing bridges. Often it ends up the decision to rebuild the bridge, associated with the expansion of wide use, upgrading, and ultimately on the exchange. To make a selection, you must carefully consider all aspects of economic, social and technical. This article presents selected methods of expanding and strengthening bridges, to restore their usability.

Autorzy:

mgr inż. **Karolina Drozdowska** – Politechnika Opolska, Wydział Budownictwa, Katedra Dróg i Mostów, k.drozdowska@po.opole.pl