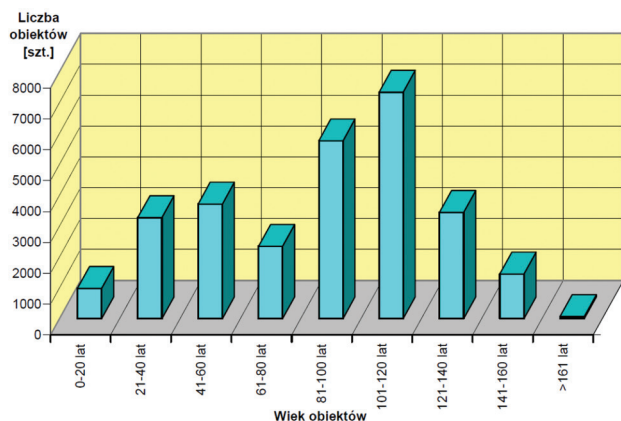


Tomasz Siwowski

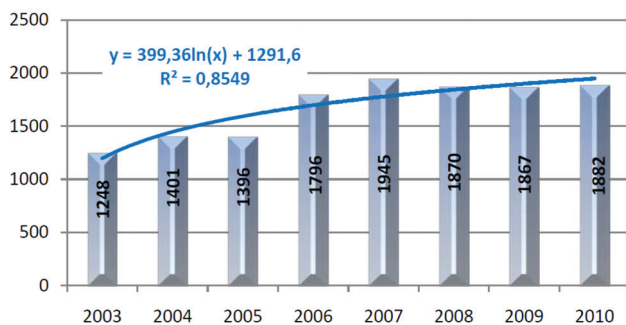
Nowoczesne technologie modernizacji kolejowych obiektów inżynieryjnych

Sieć kolejowa w Polsce w wyniku wieloletnich zaniedbań, spowodowanych przede wszystkim brakiem jasno sprecyzowanych zasad finansowania jej rozwoju i utrzymania, jest obecnie w fatalnym stanie technicznym. Wymaga wielu natychmiastowych działań interwencyjnych skierowanych głównie na remonty i naprawę elementów infrastruktury, począwszy od torów poprzez obiekty inżynieryjne, na urządzeniach energetyki oraz automatyki i telekomunikacji kończąc, oraz – kompatybilnego, uwzględniającego interesy kraju i jego regionów – planu inwestycyjnego.

Spółka PKP PLK S.A. zarządza liniami kolejowymi łącznej długości 22 003 km, w tym 25 591 szt. obiektów inżynieryjnych (mosty, wiadukty, przepusty), łącznej długości 725 621,9 m [6]. Ze względu na historyczne uwarunkowania budowy podstawowej sieci linii kolejowych w Polsce, kolejowe obiekty mostowe to w większości konstrukcje o znacznym zaawansowaniu wiekowym (rys. 1). Najstarsze, istniejące dotąd, kolejowe obiekty inżynieryjne powstały w Polsce na początku XIX w., a intensywny rozwój sieci kolejowej rozpoczął się na przełomie lat 30. i 40. XX w.



Rys. 1. Struktura wiekowa kolejowych obiektów inżynieryjnych w Polsce [1]



Rys. 2. Obiekty inżynieryjne wymagające napraw [szt.]

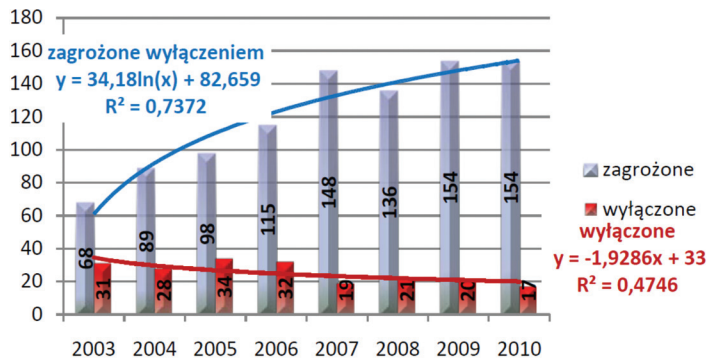
Około 45% obiektów jest w wieku powyżej 100 lat, a jedynie około 15% konstrukcji – poniżej 40 lat [1].

Tylko 36% sieci linii kolejowych w Polsce ma stan techniczny oceniany jako dobry, pozostała część ma stan dostateczny lub niezadowolający [6]. Przekłada się to na podstawowe parametry eksploatacyjne sieci, tj. maksymalną prędkość, dopuszczalne naciski osiowe i liniowe. Oceny z końca 2010 r. pokazują, że aż 1882 kolejowych obiektów inżynieryjnych (7,4%) wymagało pilnego podjęcia robót utrzymaniowo-naprawczych lub inwestycyjnych w celu przywrócenia im pierwotnych parametrów użytkowych, likwidacji wprowadzonych ograniczeń eksploatacyjnych oraz ograniczenia dalszej degradacji technicznej. Niekorzystne zmiany liczby takich obiektów, odnotowane w ostatnich latach, przedstawiono na rysunku 2. Trend wyznaczony wyłączeniami z eksploatacji, spowodowanymi przez bardzo zły stan techniczny obiektów inżynieryjnych, co uniemożliwiało zachowanie bezpieczeństwa przejazdów kolejowych nawet przy wprowadzeniu najbardziej restrykcyjnych ograniczeń warunków przejazdów, przedstawiono na rysunku 3.

W celu podjęcia działań mających na celu powstrzymanie dalszej dekapitalizacji polskiej infrastruktury kolejowej w grudniu 2011 r. rząd przyjął *Wieloletni program inwestycji kolejowych do 2013 roku z perspektywą do roku 2015* [6]. Program obejmował zestaw niezbędnych przedsięwzięć, mających zapobiec postępującej degradacji technicznej linii kolejowych na wybranych, najważniejszych ciągach kolejowych w kraju. Zadania ujęte w programie koncentrowały się na kolejowej części Transeuropejskiej Sieci Transportowej (TEN-T) oraz liniach o znaczeniu państwowym. Inwestycje w programie podzielono na grupy:

- budowa nowej infrastruktury kolejowej (niewielka liczba zadań),
- modernizacja istniejącej infrastruktury kolejowej,
- odtworzenie (rewitalizacja) istniejącej infrastruktury kolejowej.

Modernizacje i rewitalizacje linii kolejowych są postrzegane jako programowe działania przyczyniające się do urzeczywistnienia idei zrównoważonego rozwoju, mające na celu wyrównanie dysproporcji między transportem drogowym i kolejowym. Modernizacja to proces, w wyniku którego następuje zmiana warun-



Rys. 3. Obiekty inżynieryjne wyłączone i zagrożone wyłączeniem z eksploatacji [szt.]

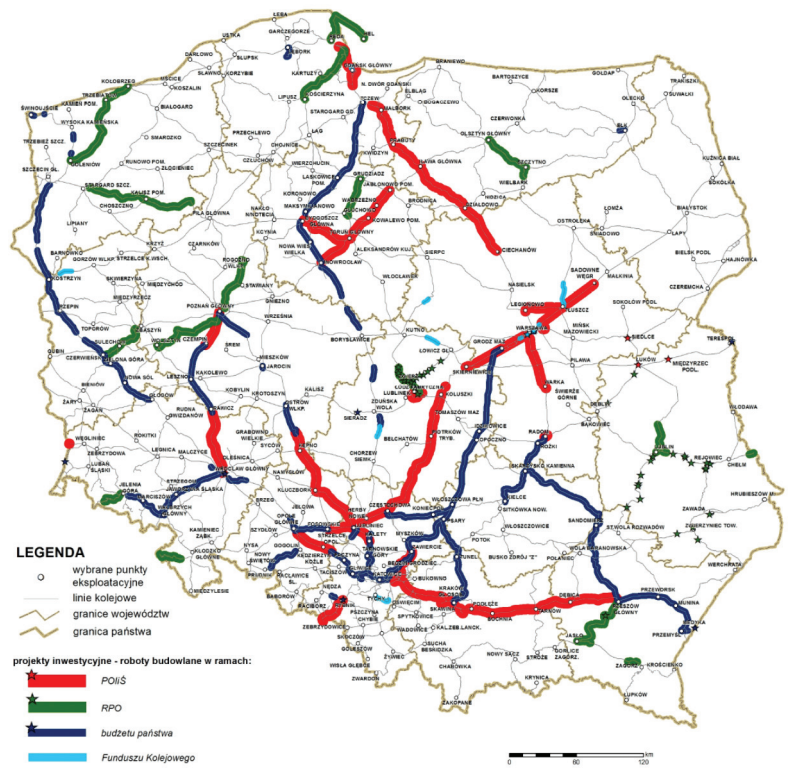
ków użytkowania istniejących obiektów infrastruktury kolejowej poprzez przystosowanie ich do wyższych parametrów techniczno-eksploatacyjnych oraz zwiększenie wartości obiektów. Odtworzenie (rewitalizacja) to proces, w wyniku którego następuje przywrócenie pierwotnych parametrów użytkowych istniejących obiektów infrastruktury kolejowej, co jednak skutkuje ich ulepszeniem w rozumieniu przepisów o rachunkowości (nie zalicza się do tej grupy remontów realizowanych w ramach procesu utrzymaniowego). Działania odtworzeniowe, w przypadku odpowiednio dobranych odcinków linii, nie wymagają długotrwałego procesu przygotowawczego, powodują stosunkowo niewielkie komplikacje w ruchu pociągów i cechują się bardzo korzystną relacją kosztów do uzyskanych efektów eksploatacyjnych.

Aktualne plany PLK w zakresie modernizacji linii kolejowych

W grudniu 2012 r. Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej przedstawiło do konsultacji projekt nowego *Wieloletniego programu inwestycji kolejowych do roku 2015* [7]. Nowy dokument obejmuje okres do 2015 r., uwzględnia dokonania z realizacji dotychczas obowiązującego programu, eliminuje dostrzeżone nieścisłości tego programu, wprowadza niezbędne korekty wynikające z zaistniałych zmian w trakcie realizacji poszczególnych zadań. W programie uwzględniono ponadto projekty przygotowawcze dla zadań przewidywanych do realizacji w perspektywie finansowej Unii Europejskiej. Poszczególne zadania składające się na program koncentrują się w dalszym ciągu na kolejowej części Transeuropejskiej Sieci Transportowej (TEN-T) oraz na liniach o znaczeniu państwowym, jak również innych odcinkach istotnych dla całości sieci. Inwestycje modernizacyjne objęte programem [7] przedstawiono na rysunku 4. Do ważniejszych przedsięwzięć objętych tym programem należą:

- modernizacja ciągu kolejowego E 65 z Warszawy do Trójmiasta, umożliwiająca skrócenie czasu przejazdu;
- modernizacja linii CMK między Warszawą a Katowicami i Krakowem, co umożliwi zwiększenie prędkości jazdy pociągów do 200 km/h;
- kontynuacja i ewentualne dokończenie modernizacji korytarzy E 30/C-E 30, C 20/C-E 20, E 59 (na odcinku Wrocław – Poznań);
- modernizacja newralgicznych odcinków korytarzy dla ruchu towarowego C-E 59 „nadodrżanki” i C-E65 „węglówki” oraz poprawa stanu technicznego linii planowanych do włączenia do korytarzy towarowych;
- utworzenie alternatywnego połączenia między Warszawą a Wrocławiem przez Częstochowę Fosowskie;
- realizacja projektów istotnych dla poszczególnych województw.

W opracowaniu przedstawiono przykłady najczęściej stosowanych obecnie rozwiązań konstrukcyjnych i technologii wykonawczych, stosowanych podczas robót modernizacyjnych, realizowanych na sieci PLK od 2007 r. Opis przedstawiono w 3 grupach, dzieląc obiekty inżynieryjne na małe, średnie i duże. Przykłady krajowe uzupełniono wybranymi technologiami, stosowanymi dotychczas poza Polską, które bez większych problemów



Rys. 4. Inwestycje modernizacyjne PLK objęte programem [7]

mogłyby być wdrożone podczas modernizacji polskich linii kolejowych.

Przepusty i małe mosty

Znaczącą liczbę obiektów inżynieryjnych na sieci PLK stanowią przepusty i małe mosty o rozpiętości do 15 m. Większość z nich to obiekty żelbetowe, monolityczne lub prefabrykowane oraz – w przypadku obiektów starszych – mosty sklepione (ceglane lub kamienne). Wśród obiektów dłuższych (od 10 m) bardzo wiele jest także mostów/wiaduktów stalowych, belkowych, z jezdnią otwartą. Ze względu na długoletnią eksploatację przy niskim standardzie utrzymania, zdecydowana większość tych obiektów jest całkowicie przebudowywana zarówno podczas rewitalizacji, jak również przy modernizacji linii kolejowej. Zdarzają się jednak technicznie błędne przypadki odtworzenia tych obiektów przez usunięcie „zepsutego” materiału i dołożenie nowego, łączonego ze starym różnymi sposobami. W zgodnej opinii wielu wykonawców taki sposób przebudowy jest nieefektywny zarówno technicznie (trwałość przebudowy), jak i ekonomicznie. Niestety, został wpisany do PF-U i w większości przypadków jest nie do zmiany.

Znacznie częściej mają miejsce przebudowy przepustów i małych obiektów, polegające na ich całkowitej wymianie przy jednoczesnym podniesieniu parametrów techniczno-eksploatacyjnych. Przy przebudowie obiektów żelbetowych odtwarza się je w nowej formie najczęściej jako obiekty żelbetowe, monolityczne lub z wykorzystaniem typowych prefabrykatów. W tej ostatniej technologii pojawiło się na polskim rynku kilka bardzo dobrych rozwiązań konstrukcyjnych, które dzięki swoim zaletom zyskują coraz większe uznanie wśród firm wykonujących modernizacje linii kolejowych. Przykładem takiej technologii jest np. system Opti-Cadre francuskiej firmy Matière, sprawdzony i ugruntowany na świecie od 1980 r. (rys. 5). Są to prefabrykowane, betonowe przepusty o przekroju łukowym i prostokątnym. Konstrukcje

o przekrojach łukowych i prostokątnych mogą być łączone w kilku kombinacjach – dwu-, trój-, cztero- i wieloelementowych. Elastyczna geometria systemu pozwala na dokładne dostosowanie się do specyfiki danego projektu. W porównaniu do tradycyjnych konstrukcji monolitycznych, metoda z użyciem prefabrykatów betonowych ma wiele zalet. Właśnie ze względu na prefabrykację i związany z tym bardzo krótki czas montażu (a więc skrócony jest także ewentualny czas zamknięcia linii kolejowej), w warunkach kolejowych technologia jest konkurencyjna pod względem jakości, czasu realizacji, kosztów i organizacji budowy. Podobną technologią, ograniczoną tylko do konstrukcji łukowych oferuje w Polsce także firma Freyssinet (system TechSpan). Żelbetowe prefabrykаты łukowe służą do budowy obiektów mostowych w bardzo szerokim zakresie rozpiętości od 5 m do 20 m oraz wysokości do 8 m.

Częstym przypadkiem jest sytuacja, gdy obiekt zaprojektowany do częściowego odtworzenia (rewitalizacji), podczas robót

okazuje się kompletnie nieprzydatny do takiego zabiegu ze względu na stan techniczny konstrukcji. Wykonawca wówczas musi znaleźć inną technologię przebudowy przy znacznie skróconym czasie na realizację. Najlepszym rozwiązaniem są wówczas prefabrykаты, lecz wykonywane „na miarę” obiektów istniejących. Takie rozwiązania zastosowano np. podczas modernizacji linii kolejowej nr 109 łączącej stacje Kraków-Bieżanów i Wieliczka-Rynek. Wykorzystano indywidualnie projektowane prefabrykаты ramowe i łupinowe, które pozwoliły na montaż każdego z obiektów w ciągu zaledwie 2 dni [3]. W przypadku obiektów, które były budowane nad drogami lokalnymi w celu osiągnięcia maksymalnego światła pionowego w stosunku do rzędnej główki szyny, prefabrykаты zostały przystosowane do użycia systemu nawierzchni kolejowej, który pozwala na jazdę bezpośrednio po obiekcie. Zrealizowane rozwiązania obiektów pozwoliły na obniżenie niwelety nawet o 1,2 m (rys. 6).

Do grupy małych obiektów mostowych, które często muszą być poddane całkowitej przebudowie, należą małe mosty stalowe, najczęściej nitowane, z jezdnią otwartą na mostownicach. Bardzo popularną i efektywną metodą przebudowy takich obiektów jest całkowita wymiana przęsła (a niekiedy także podpór) na nowy obiekt z przęsłem z tzw. dźwigarów obetonowanych. Ta typowa konstrukcja kolejowa, stosowana powszechnie na europejskich liniach kolejowych od lat 70. XX w., przeżywa właśnie w Polsce renesans. Dobrym przykładem może być modernizacja linii kolejowej E-30 na odcinku Biadoliny – Tarnów, która obejmuje m.in. przebudowę 35 obiektów inżynieryjnych. Większość z tych obiektów to jednoprzęsłowe mosty stalowe z jezdnią otwartą lub płyty żelbetowe. Przebudowa obejmuje całkowitą rozbiórkę starych obiektów i wykonanie nowych podpór i przęseł, najczęściej o konstrukcji z dźwigarów obetonowanych. Przebudowa linii kolejowej oraz obiektów mostowych odbywa się tylko pod jednym torem, a więc konieczne jest przy rozbiórce obiektów zabezpieczanie podtorza za pomocą wbijanych ścianek szczelnych. Typową technologią przebudowy mostu na tej linii kolejowej pokazano na rysunku 7. Zaletą przęseł z dźwigarów obetonowanych, oprócz ich doskonałych parametrów eksploatacyjnych oraz łatwego wykonania, jest niewielka wysokość konstrukcyjna od główki szyny do spodu konstrukcji, co pozwala ją bez problemu wpisać w dostępną przestrzeń, pozostawioną po rozbiórce przęsła stalowego.

Nowatorską i ekonomiczną odmianą konstrukcji przęseł z dźwigarów obetonowanych są przęsła VFT-WIB, które w kolejowej odmianie pomostu noszą nazwę VFT-Rail [5]. Są to konstrukcje zespolone, stalowo-betonowe, w których wykorzystano innowacyjne zespolenie typu *composite dowels* do połączenia obu materiałów (rys. 8).

Jednym z pierwszych mostów, gdzie zastosowano te nowatorskie konstrukcje jest most Simmerbach położony w ciągu niemieckiej sieci kolejowej, znajdującej się w południowo-zachodniej części Niemiec. Nowe przęsła zastąpiły dwa przęsła o rozpiętościach 12,75 m, które były eksploatowane przez ponad 100 lat. Przęsła zostały zaprojektowane jako zespolone konstrukcje prefabrykowane, swobodnie podparte, każda o rozpiętości 12,75 m. Aby zmniejszyć masę i zapewnić możliwość dostawy elementów prefabrykowanych, należało ograniczyć wysokość konstrukcyjną. Po optymalizacji całkowita masa każdego przęsła wynosiła 65 t i mogły być one podnoszone za pomocą dużych żurawi samochodowych (rys. 9). Zmniejszenie wysokości kon-



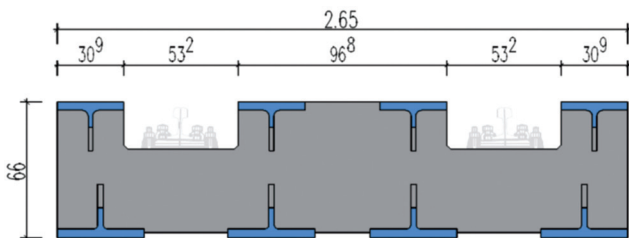
Rys. 5. Modernizacja małego mostu kolejowego z wykorzystaniem elementów prefabrykowanych



Rys. 6. Obiekty mostowe wykonane z indywidualnie projektowanych elementów prefabrykowanych (ramowych i sklepionych)



Rys. 7. Przebudowa małego mostu stalowego z wykorzystaniem nowego przęśta z dźwigarów obetonowanych



Rys. 8. Przęśta mostów kolejowych w technologii VFR-Rail [5]

strukcyjnej przęśta jest również niezwykle ważna w obszarach miejskich, gdzie w większości przypadków wysokość światła jest ściśle określona i znacząco ograniczona. Dlatego w technologii VFR-Rail zastosowano bezpośrednie mocowanie szyn do konstrukcji za pomocą specjalnie opracowanych zakotwień i systemu podkładek [5].

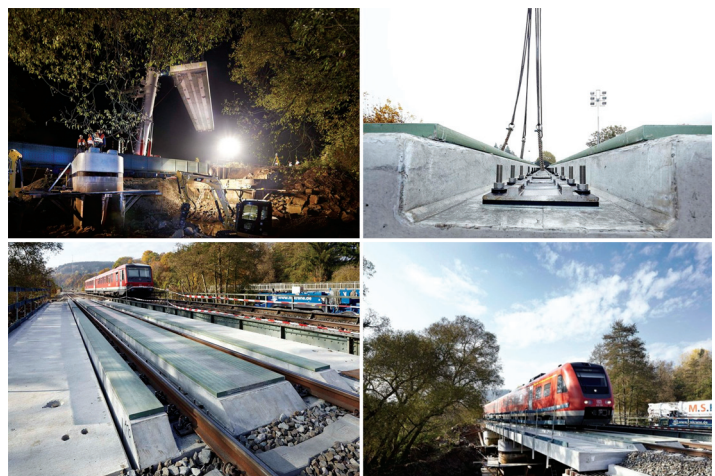
Obiekty średniej rozpiętości

W tej grupie kolejowych obiektów inżynierskich znajdują się mosty i wiadukty o rozpiętości przęśta od 15 do 30 m. Są to naj-

częściej belkowe konstrukcje stalowe z jezdnią otwartą na mostownicach lub – w przypadku obiektów nowszych – z żelbetową (zespoloną) lub stalową (ortotropową) płytą pomostu oraz ukształtowanym na niej korytem balastowym. W przypadku mostów z jezdnią otwartą konieczność przebudowy jest oczywista, w przypadku obiektów z korytem balastowym rewitalizacja obejmuje najczęściej wymianę wyposażenia, jezdnii kolejowej oraz odnowę zabezpieczenia antykorozyjnego, natomiast modernizacja polega zazwyczaj na wzmocnieniu mostu, dostosowaniu przęśt do nowych parametrów eksploatacyjnych (np. większa prędkość) lub na całkowitej wymianie starych przęśt na nowe.

W Polsce w tej ostatniej grupie mostów dominują belkowe konstrukcje stalowe lub zespolone. Są to zazwyczaj indywidualnie projektowane przęśta blachownicowe z żelbetową płytą zespoloną lub stalową płytą ortotropową, położone w poziomie pasów górnych (gdy pozwalają na to warunki skrajni pod obiektem) lub w poziomie pasów dolnych. W pomostach ukształtowane jest koryto balastowe, w którym ułożona jest na podsypce nawierzchnia kolejowa. Przęśta projektuje się indywidualnie pod każdy tor. Przykład takiego obiektu, położonego w ciągu magistrali E-30 niedaleko Dębicy pokazano na rysunku 10.

W Europie Zachodniej przęśta mostów kolejowych średniej rozpiętości są w znaczącej części konstrukcjami prefabrykowanymi z betonu sprężonego lub stalowo-betonowe. Ten pierwszy rodzaj konstrukcji jest stosowany w przypadku braku ograniczeń wysokości konstrukcyjnej obiektów, a także w przypadku długich obiektów wieloprzęśtowych. Betonowe belki sprężone są zaprojektowane w celu spełnienia bardzo wysokich

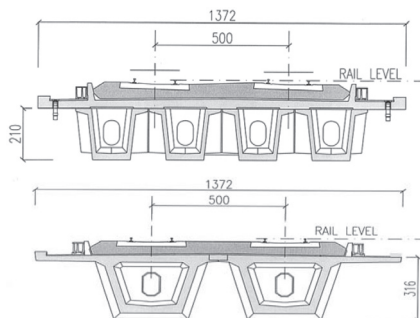


Rys. 9. Modernizacja mostu w Simmerbach z wykorzystaniem technologii VFR-Rail



Rys. 10. Wiadukt kolejowy przed i po modernizacji, obejmującej całkowitą wymianę konstrukcji stalowej przęśta

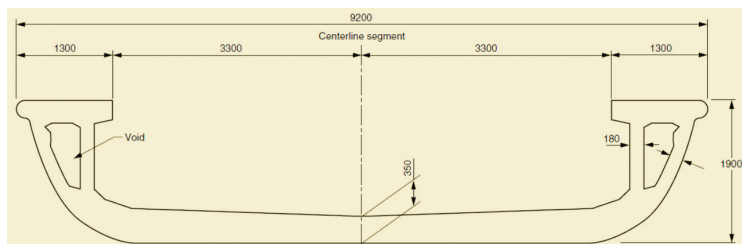
wymogów trwałości (ograniczenie pojawienia się rys w betonie) i sztywności (ograniczenie ugięcia i obrotów końców belek). Proces prefabrykacji zapewnia jednocześnie wysoką jakość betonu oraz unifikację i jednolitość sprężenia. Betonowanie monolityczne oraz zbrojenie betonu na budowie ogranicza się zazwyczaj do minimum. Nowoczesne przykłady tego ostatniego typu działań przedstawiono poniżej. Przykładowe przęsła z sprężonych belek prefabrykowanych pokazano na rysunku 11.



Rys. 11. Przęsła mostów kolejowych średniej rozpiętości z belek prefabrykowanych

Pierwsze z pokazanych rozwiązań (czterobelkowe) ma zastosowanie dla przęseł od 24 do 34 m. W pierwszym przypadku belki mają wysokość 2,10 m, w drugim 2,70 m. Belki krótsze są prefabrykowane jako strunobetonowe w wytwórni prefabrykatów, belki dłuższe – na budowie. Po ułożeniu belek na podporach montowane są prefabrykowane elementy poprzecznic, które są następnie sprężane. Ostatnia faza budowy przęsła obejmuje wykonanie monolitycznej płyty pomostu, wylanej na betonowych deskach traconych, zamykających przekrój belek. Układ dwubelkowy jest stosowany dla przęseł o rozpiętości ok. 35 m. Prefabrykaty o wysokości 3,16 m wykonuje się i spręża na budowie. Po ustawieniu na podporach betonuje się monolitycznie zamek łączący dwie części przęsła i układa izolację oraz nawierzchnię kolejową.

W przypadku małej dostępnej wysokości konstrukcyjnej, przęsła sprężone kształtuje się w postaci betonowej łupiny, wypełnionej wewnątrz nawierzchnią kolejową. Takie rozwiązanie stosuje się szczególnie w przypadku długich obiektów, położonych nisko nad terenem, gdzie zarówno względy środowiskowe (hałas) jak również estetyczne mają bardzo duże znaczenie. Przykładowy przekrój poprzeczny typowego przęsła łupinowego, długości 24 m, pokazano na rysunku 12. Podobnym przykładem mogą być stosowane we Włoszech i Francji przęsła typu „Omega”, zawdzięczające swoją nazwę nietypowemu kształtowi przekroju poprzecznego. Wysokie na 3,5 m konstrukcje z jazdą dołem działają jednocześnie jako ekrany dźwiękochłonne i pochłaniają znaczącą porcję hałasu generowanego przez pojazdy szynowe. Ten sam układ w przypadku typowych przęseł skrzynkowych



Rys. 12. Typowy przekrój poprzeczny prefabrykowanego przęsła sprężonego o konstrukcji typu „Omega”

z jazdą górą i niezbędnymi ekranami miałby wysokość około 7,5 m, co byłoby niejednokrotnie nieakceptowane ze względów estetycznych. Średnia rozpiętość swobodnie podpartych przęseł typu „Omega” wynosi 31,5 m.

Duże mosty lub wiadukty

Duże mosty kolejowe to najczęściej kratownice stalowe lub długie obiekty kamienne (murowane), których jest jeszcze stosunkowo dużo na sieci linii PLK (12% wg [1]). Zarówno w przypadku rewitalizacji, jak również modernizacji linii kolejowej dąży się do zachowania istniejącej konstrukcji, głównie w celu obniżenia kosztów robót. Jest to zazwyczaj możliwe ze względu na duże zapasy nośności w obu rodzajach obiektów i niewielki konieczny zakres dostosowania pozostałych parametrów eksploatacyjnych (np. skrajnia, jezdnia). W takich przypadkach obiekty są poddawane remontom kapitalnym, obejmującym wymianę i odtworzenie nawierzchni i pozostałego wyposażenia oraz odnowę lub wykonanie zabezpieczenia antykorozyjnego w przypadku mostów stalowych. Niekiedy również konieczne są pewne prace wzmacniające, które są stosunkowo łatwe do wykonania w konstrukcjach kratownicowych.

W przypadku, gdy remont kapitalny obiektu nie zapewnia osiągnięcia wymaganych parametrów techniczno-eksploatacyjnych, konieczna jest zazwyczaj całkowita wymiana przęseł, przy dość częstym wykorzystaniu (wzmocnieniu, adaptacji) istniejących podpór. Nowe przęsła wykonuje się wówczas najczęściej w postaci ciągłych układów belkowych (blachownicowych), kratownic swobodnie podpartych lub ciągłych typu W oraz pojedynczych przęseł łukowych z jazdą dołem, najczęściej w układzie Langerera. Wybrane przykłady takich modernizacji oraz stosowane rozwiązania konstrukcyjne przęseł opisano poniżej.

Przykładem modernizacji mostu kolejowego przez całkowitą wymianę jego konstrukcji na belkowe przęsła blachownicowe jest przebudowa mostu nad Wisłokiem w Czudcu, wykonana w ramach modernizacji linii kolejowej nr 106 Rzeszów – Jasto (rys. 13). Istniejący most był obiektem trojprzęsłowym o przęstach swobodnie podpartych w postaci kratownic nitowanych z jazdą dołem na mostownicach, których górny pas był paraboliczny. Długości przęseł wynosiły 31,68 m + 32,00 m + 31,68 m. Most został zbudowany w 1958 r. Konieczność jego przebudowy wynikała ze złego stanu technicznego, niespełnienia obowiązujących wymagań oraz zbyt małej nośności obiektu, która nie odpowiadała obciążeniom przewidzianym dla linii pierwszorzędnej.

Nowy most jest obiektem jednotorowym o schemacie trójprzęsłowej belki ciągłej, z jazdą dołem oraz jezdnią zamkniętą. Ustrój nośny przęsła mostu stanowią 2 dźwigary blachownicowe o zmiennej wysokości konstrukcyjnej oraz blachownicowe poprzecznicze, na których ułożona jest stalowa płyta ortotropowa (rys. 14). W przebudowie wykorzystano podpory istniejącego mostu, odpowiednio je wzmacniając przez ich częściową zbiórkę oraz odtworzenie z nowych materiałów.

Istniejące nitowane przęsła kratownicowe, niejednokrotnie jeszcze z XIX w., wymienia się zazwyczaj na współczesne kratownice typu W (najefektywniejsze ekonomicznie), o węzłach spawanych lub na śruby sprężające. W większości przypadków, w celu zwiększenia trwałości obiektu, pręty kratownic kształtuje się jako zamknięte, co ogranicza rozwój korozji stali. Pomost nowych kratownic jest zazwyczaj wykonywany w postaci stalowej płyty ortotropowej, ukształtowanej w koryto ba-



Rys. 17. Łukowy most kolejowych typu „network arch”

- dźwigar łukowy ma bardzo dużą stateczność w swojej płaszczyźnie;
- wykorzystanie stali konstrukcyjnej zarówno w łuku, jak i w wieżach jest bardzo wysokie.

Dzięki tym cechom łuki typu *network arch* są najbardziej smukłe i estetyczne wśród mostów łukowych ze ściągiem. Pomost, a zarazem ściąga stanowi prosta i cienka płyta betonowa, sprężona kablami (pomost). Dzięki temu pomost ma małą wysokość konstrukcyjną, co jest bardzo istotne podczas modernizacji. Ponadto konstrukcja mostu jest lekka, nie obciąża znacząco podpór (często już istniejących). Konstrukcja tych mostów jest także bardzo ekonomiczna: oszczędności ok. 30% kosztów i do 70% stali konstrukcyjnej, w porównaniu do łukowych mostów typu Langera. W Polsce zbudowano już kilka mostów drogowych tego typu, do tej pory nie zbudowano mostu kolejowego. Główne rozwiązania konstrukcyjne przęsla mostu kolejowego typu *network arch* pokazano na rysunku 18.

Podsumowanie

Perspektywa unijna 2014–2020 będzie perspektywą „kolejową”, o czym przekonuje nas zarówno PKP PLK S.A., jak i minister Sławomir Nowak, który stwierdził niedawno, że modernizacja kolei

jest jego priorytetem jako ministra transportu. „To jest zadanie, które postawił przede mną premier, i ja się rzeczywiście tym przejmuję i w to bardzo angażuję” – deklarował. Jednocześnie już w grudniu 2011 r. minister transportu oznajmił, że po wykonaniu studium zamroza wszelkie prace nad budową kolei dużych prędkości (KDP) do 2030 r. W uzasadnieniu wyjaśnił, że w najbliższych latach czeka nas wielka modernizacja polskich kolei w ramach tego, co już posiadamy, i pełna koncentracja wysiłków na projektach modernizacyjnych i rewitalizacyjnych. Istniejąca sieć wymaga ratunku i to z niej będzie mogło skorzystać więcej pasażerów. Przedsmak kolei dużych prędkości w Polsce ma dać zmodernizowana linia CMK, na której pociągi będą mogły rozwijać prędkość 200 km/h. Zatem droga do KDP ma być ewolucyjna i wieść poprzez projekty modernizacyjne. Kluczową rolę w tych projektach będą pełnić efektywne technicznie i ekonomicznie konstrukcje i technologie dla kolejowych obiektów inżynierskich.

Literatura

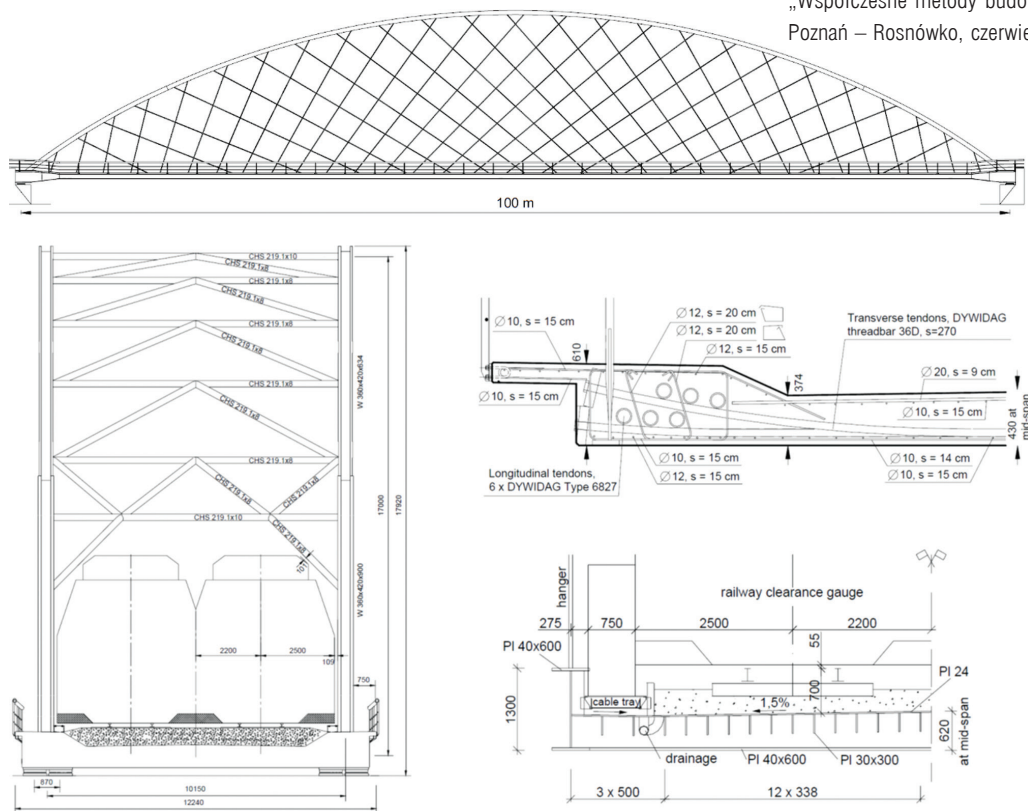
- [1] Bień J.: *Mosty kolejowe – uszkodzenia, awarie, katastrofy*. Materiały XXIV Konferencji Naukowo-Technicznej „Awarie budowlane”. Szczecin-Międzyzdroje, 26–29 maja 2009 r., s.45–62.
- [2] Brunn B., Schanack F., Steimann U.: *Network arches for railway bridges*. Arch Bridges IV, Advances in Assessment, Structural Design and Construction, P.Roca & C.Molins (Eds.), pp. 671–680. Barcelona, Spain, 2004.
- [3] Dubanek J.: *Prefabrykacja ustrojów nośnych kolejowych obiektów inżynierskich*. Mosty 1/2013, s. 34–35.
- [4] Frej G., Sturzbecher K.: *Montaż mostu kolejowego położonego w ciągu linii E65 przez Narew w Modlinie*. Materiały XXII Seminarium pn.: „Współczesne metody budowy, wzmocnienia i przebudowy mostów”. Poznań – Rosnówko, czerwiec 2012 r.

[5] Seidl G., Lorenc W., Kożuch M., Rowiński S.: *VFT-Rail: nowa technologia budowy zespolonych przęsel mostów kolejowych na przykładzie przebudowy mostu Simmerbach w Niemczech*. Mosty 2/2013, s. 48–54.

[6] *Wieloletni program inwestycji kolejowych do 2013 roku z perspektywą do roku 2015*. Infrastruktura kolejowa zarządzana przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Minister Infrastruktury, 7.11.2011 r.

[7] *Wieloletni program inwestycji kolejowych do roku 2015*. Infrastruktura kolejowa zarządzana przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Minister Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, grudzień 2012 r. (projekt).

dr hab. inż. Tomasz Siwowski,
prof. Politechniki Rzeszowskiej
Politechnika Rzeszowska



Rys. 18. Rozwiązania konstrukcyjne łukowego mostu kolejowego typu „network arch”