
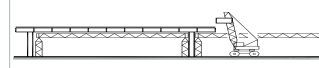
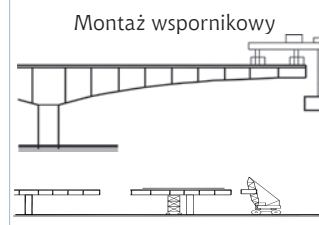


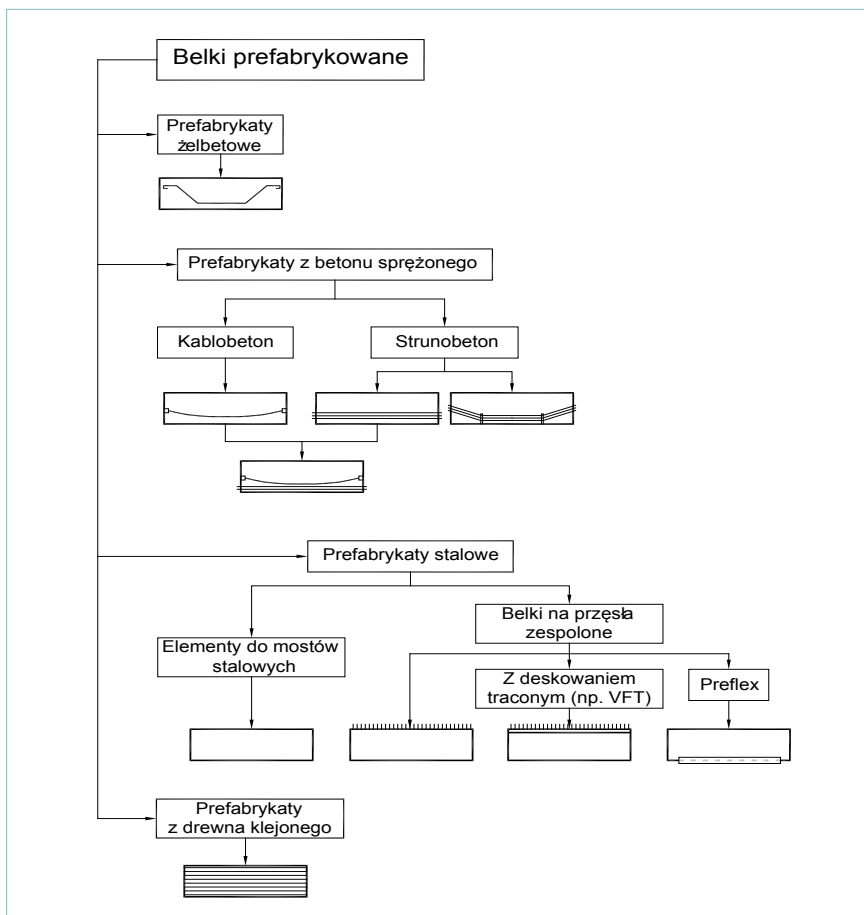


Rodzaje prefabrykatów	
Sposób montażu	Segmenty prefabrykowane
	
Montaż przy użyciu żurawi	<p>Montaż na przestawnym rusztowaniu</p>  <p>Montaż wspornikowy</p> 
Montaż przy pomocy przejeźdnego urządzenia	
Nasuwanie podłużne	

Ryc. 3. Sposoby montażu przęseł z belek lub segmentów prefabrykowanych



Ryc. 4. Rodzaje belek prefabrykowanych wykorzystywanych do budowy mostów

3.2. Obiekty z belek prefabrykowanych

We współczesnym mostownictwie stosowane są różne belki prefabrykowane (ryc. 4). Najwięcej na świecie produkowanych jest belek prefabrykowanych z betonu sprężonego [15, 27, 34], chociaż w ostatnich latach konkurencyjne stały się belki stalowe z cienką płytą żelbetową, stanowiącą deskowanie stracone.

Wydaje się, że dla mostów o rozpiętościach przęseł od 5 do 30 m rozwiązania płytowo-belkowe z belek prefabrykowanych są konkurencyjne w stosunku do konstrukcji monolitycznych.

W Polsce przeszła z belek prefabrykowanych są stosowane od ponad 50 lat [8, 53]. W okresie tym wdrożono wiele różnych rozwiązań [11, 12, 15, 25], niestety niektóre z nich były nieudane, co doprowadziło w latach 1990–2000 do ograniczenia stosowania przęseł prefabrykowanych. W latach 1967–1972 wybudowano w Polsce trzy duże mosty: w Annopolu (1967) [14], w Lubiążu (1972) i w Krakowie (1972), w których zastosowano kablobetonowe belki prefabrykowane o długości ok. 40 m. W wymienionych mostach zastosowano uciąganie belek prefabrykowanych za pomocą węzłów monolitycznych. Dzięki temu uzyskiwano rozpiętość przęsła środkowego w układzie belki trójprzęsłowej równą nawet 67,00 m (Annopol) [14]. Pomysłodawcą tego rozwiązania jest Stefan Filipiuk.

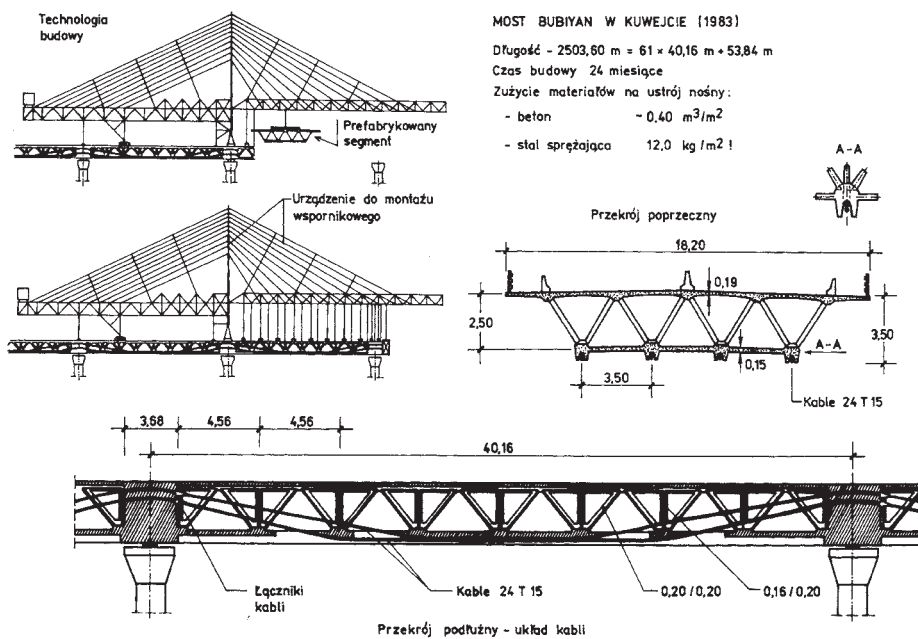
Obiekty z belek prefabrykowanych są chętnie wykonywane w przypadku obiektów małych i średnich, ale też wieloprzęsłowych. W odniesieniu do obiektów wieloprzęsłowych w Europie stosuje się zazwyczaj uciąganie przęseł [6, 12, 49]. Na rycinie 5 pokazano dwa duże obiekty, do budowy których wykorzystano belki prefabrykowane. Jest to estakada w ciągu obwodnicy Kłodzka i estakada dojazdowa do mostu Lupu w Szanghaju w Chinach.



Ryc. 5. Estakada z belek prefabrykowanych w ciągu obwodnicy Kłodzka oraz estakada dojazdowa do mostu Lupu w Szanghaju w Chinach, fot. J. Biliszczuk



Ryc. 6. Obiekty zbudowane przy wykorzystaniu: a) stalowych belek prefabrykowanych typu VFT (most w ciągu autostrady A4), b) belek z drewna klejonego (Psia Kładka we Wrocławiu, 2009), fot. M. Suikowski



Ryc. 7. Sposób budowy mostu Bubiyan w Kuwejcie



Ryc. 8. Estakada miejska wykonywana z segmentów prefabrykowanych w Bangkoku, fot. J. Biliszczuk

Przykłady zastosowania innych belek [4, 26, 29] niż z betonu sprężonego pokazano na rycinie 6.

3.3. Przęsła belkowe i podwieszane z segmentów prefabrykowanych

Przęsła mostowe z betonowych segmentów prefabrykowanych są stosowane od lat 50. XX w. Szczególnie ta technologia była rozwijana we Francji [33, 39], Czechach [22, 45] i USA [1]. W Polsce pierwsze zastosowania to budowa według projektów Maksymiliana Wolffa [50] dwóch mostów: Pomorskiego przez Brdę w Bydgoszczy (1969) i obiektu przez Wartę na trasie Hetmańskiej w Poznaniu (1973).

Z segmentów prefabrykowanych można budować nie tylko mosty belkowe, ale również podwieszane, wiszące, ramowe i łukowe.

Z wielu zagranicznych realizacji warto wymienić nowatorski most podwieszony Brotonne przez Sekwanę, przy budowie którego zastosowano na szeroką skalę prefabrykację [36].

Wielkie obiekty z segmentów prefabrykowanych zrealizowano w krajach nad Zatoką Arabską i na Dalekim Wschodzie [38, 40]. Na rycinie 7 pokazano budowę mostu Bubiyan w Kuwejcie (1983), o bardzo oryginalnej konstrukcji w postaci przestrzennego dźwigara kratownicowego. Prefabrykowane segmenty sprężono kablami zewnętrznymi. Most o długości 2503,60 m zbudowano w 24 miesiące. Do montażu wykorzystano urządzenie kroczące o górnym dźwigarze nośnym. W podobny sposób realizowano budowę estakad dojazdowych do mostu Kanchanapisek w Bangkoku (ryc. 8) i wiele innych. Zastosowanie segmentów prefabrykowanych na wielką skalę miało miejsce w Dubaju (w Zjednoczonych Emiratach Arabskich) przy budowie metra.

Metro w Dubaju jest w pełni zautomatyzowanym (*driverless*) systemem kolei miejskiej [40]. Do chwili obecnej prace toczą się na liniach Czerwonej i Zielonej, które łącznie osiągnęły długość 75 km, z czego 13 km będzie przebiegać pod ziemią, zaś część nadziemna po estakadach. Wybudowanych zostanie również 47 stacji, w tym dziewięć podziemnych. Trzy kolejne linie są na etapie planów. Przewiduje się, że metro w Dubaju będzie przewozić 1,2 mln pasażerów dziennie.

Ponieważ znaczna część linii znajdzie się na estakadach, zdecydowano się na zastosowanie na szeroką skalę prefabry-



Ryc. 9. Metro w Dubaju – wytwarzanie, transport i montaż prefabrykowanych przęseł estakady, fot. J. Biliszczuk

kacji elementów, a także na wysoki stopień standaryzacji i unifikacji przyjętych rozwiązań. Pozwoliło to także na znaczne skrócenie czasu wznoszenia obiektów inżynierskich. Projektanci zaproponowali jednolite ukształtowanie wiaduktów, z betonowych prefabrykatów korytowych typu U, sprężanych kablami. Kształt ten zapewnił osiągnięcie bardzo małej wysokości konstrukcyjnej, dając jednocześnie wrażenie lekkości obiektu.

Dokonano następującej unifikacji typów konstrukcji:

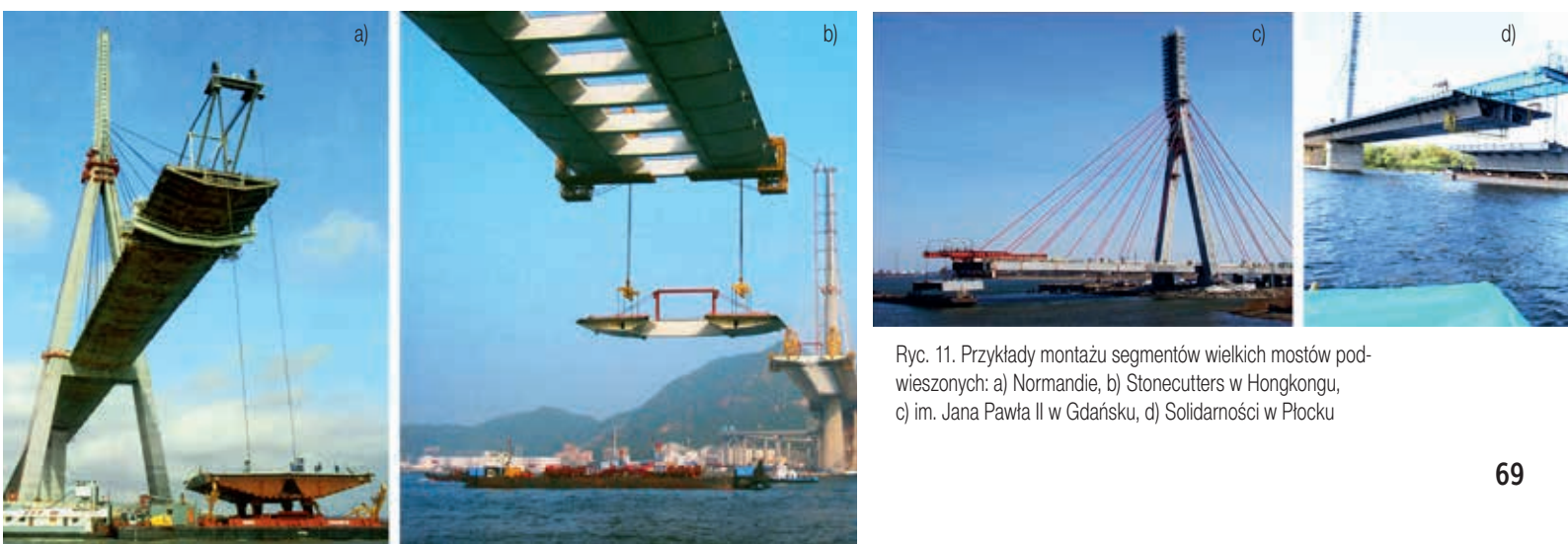
- ustroje jednoprzęsłowe, o typowej długości 32 m,
- ustroje dwuprzęsłowe, o rozpiętościach od 36 do 44 m, budowane przęsło po przęsle, uciągane nad filarami,
- ustroje trójprzęsłowe, o rozpiętościach do 72 m, budowane z segmentów o przekroju U oraz skrzynkowym, wznoszone metodą montażu wspornikowego,
- ustroje ciągłe, wieloprzęsłowe, budowane pod stacjami metra.

Segmenty prefabrykowane, wytwarzane w niewielkiej odległości od placu budowy, mają masę od 49 (segment typowy) do 88 t i maksymalną długość 4,0 m. Prefabrykaty zastosowano także na szeroką skalę przy budowie podpór, w postaci oczepów zwieńczających słupy filarów, wypełnianych następnie mieszanką betonową, o masie od 44 do 74 t. Słupy podpór opierano z reguły na pojedynczym palu, stanowiącym jego kontynuację, a nieliczne na grupach pali, zwieńczonych oczepami.

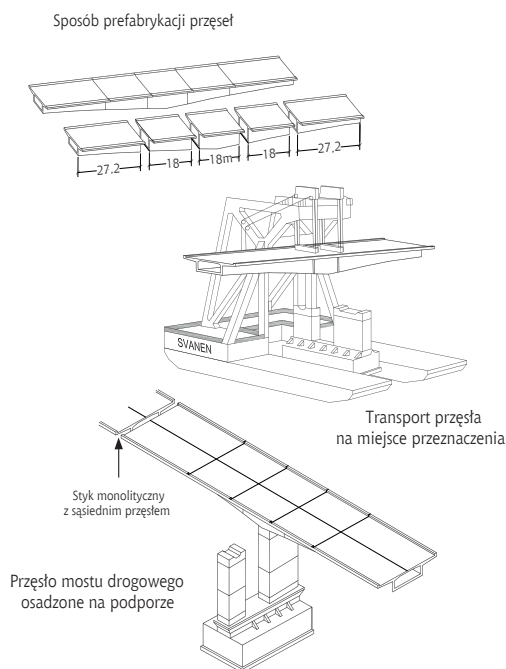
Wielkie mosty stalowe podwieszane i wiszące budowane są przeważnie z segmentów prefabrykowanych podejmowanych z berek za pomocą różnych urządzeń dźwigowych [7, 19, 35, 51]. Prefabrykaty często mają masę do 400 t. Na rycinie 11 pokazano montaż mostów Normandii we Francji [51], Stonecutters w Hongkongu oraz mostów im. Jana Pawła II w Gdańsku i Solidarności w Płocku [7].



Ryc. 10. Metro w Dubaju – budowa estakad z segmentów prefabrykowanych, fot. J. Biliszczuk



Ryc. 11. Przykłady montażu segmentów wielkich mostów podwieszonych: a) Normandii, b) Stonecutters w Hongkongu, c) im. Jana Pawła II w Gdańsku, d) Solidarności w Płocku

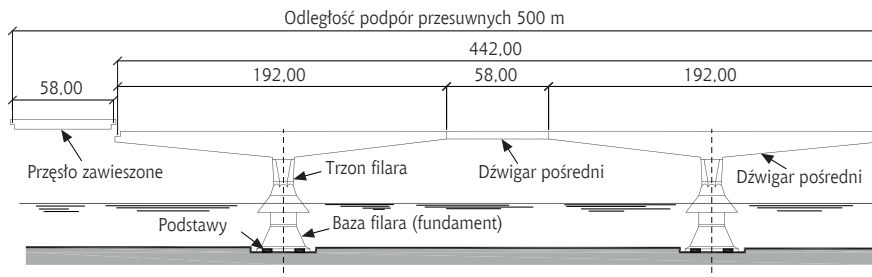
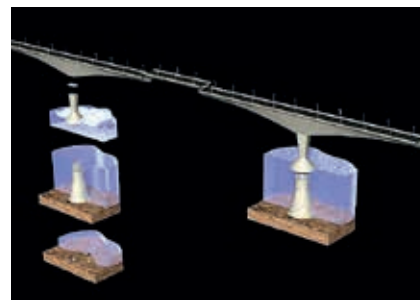
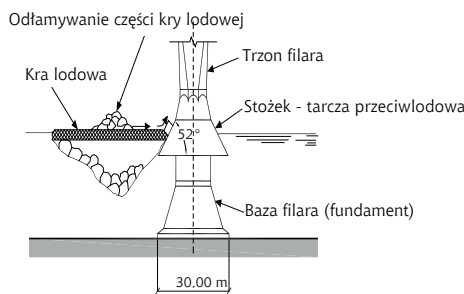


Ryc. 12. Sposób budowy mostu Zachodniego przeprawy przez Wielki Bełt w Danii (1994) [21]

3.4. Prefabrykaty specjalne

Most Zachodni w ciągu przeprawy przez Wielki Bełt [2, 10]. Budowę tego odcinka przeprawy rozpoczęto latem 1989 r. Most ten zaprojektowano jako niskowodny (prześwit 18 m nad poziomem morza) z betonu sprężonego. Założono budowę obiektu z elementów prefabrykowanych, co dotyczyło zarówno podpór, jaki i przęseł. Cały obiekt podzielono na sześć ciągłych sekcji o długości 1046,7 m lub 1157,1 m. Podstawowa rozpiętość przęseł wynosiła 110,40 m, z tym że co osiem lub dziewięć przęseł podstawowych stosowano przęsła o rozpiętości mniejszej, 81,75 m, w celu umiejscowienia dylatacji. Podpory wykonywano w ten sposób, że na miejsce przeznaczenia (uprzednio wybagrowane) naprowadzono prefabrykowany keson, który osadzono na dnie. Na kesonie mocowano cokoły filarów przęsła drogowego i kolejowego (ryc. 12). Przęsła o masie do 5600 t wytwarzano na placu budowy i za pomocą dźwigu pływającego (Svanen) o nośności do 6700 t transportowano na miejsce przeznaczenia.

Most Konfederacji w Kanadzie (1997) [10], o długości 12900 m, jest najdłuższym mostem na świecie w strefie zamarzającego morza. Cieśnina Northumberland, przez którą przebiega most, jest pokryta grubą warstwą lodu przez pięć miesięcy w roku. Część centralna mostu



Ryc. 13. Konstrukcja mostu Konfederacji w Kanadzie [52]



Ryc. 14. Widok mostu Konfederacji, fot. Adwo, fotolia



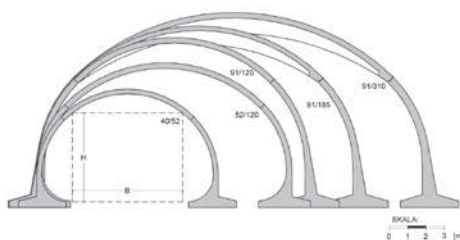
Ryc. 15. Kładka Simone de Beauvoir w Paryżu – transport głównego przęsła i widok gotowego obiektu [28]

opiera się na 44 filarach, rozstawionych co 250 m. Każdy filar w strefie położonej na poziomie morza jest ukształtowany w postaci stożka ściętego o średnicy 20 m w podstawie, wysokości 13 m i nachyleniu 52°. Stożkowa forma służy do zredukowania siły, z jaką płynąca kra lodowa może uderzyć w filar, a także ułatwia jej łamanie się pod wpływem własnego ciężaru.

Ponieważ termin wykonania mostu był krótki, bo wynosił 42 miesiące (w okresie

zimowym żadnych robót na morzu nie wykonywano) i ściśle określony przez zleceniodawców, zdecydowano się na prefabrykację poszczególnych elementów konstrukcji na lądzie.

W rezultacie konstrukcja centralna mostu składa się z czterech głównych elementów (ryc. 13). Pierwszy to baza filarów, którą osadzono na trzech płytach o kształcie kołowym (średnica 4,5 m i grubość 0,6 m), wcześniej położonych w wykopie w dnie morskim. Te trzy płyty



Ryc. 16. Prefabrykowane elementy do budowy małych łukowych przepustów i mostów [48]



Ryc. 17. Prefabrykowany most łukowy wykonany przez firmę Mostmar Zarzecze, fot. E. Marcinków



Ryc. 18. Zastosowanie wielkowymiarowych elementów prefabrykowanych łuków podczas budowy estakady przez dolinę Kameszniczanki w Milówce (2006) [31]

stanowiły podporę tymczasową bazy, aż do kompletnego wypełnienia wykopu betonem. Bazy filarów miały do 30 m średnicy w podstawie, do 42 m wysokości,

a ich masa wynosiła 5200 t. Kolejno na bazie stawiano trzon filara o wysokości do 40 m (60 m w części nawigacyjnej szlaku morskiego) i masie 4000 t. Następnymi

elementami były dźwigary przęsłowe, wykonane w postaci belek sprężonych kablami, o przekroju skrzynkowym: dźwigar podporowy o masie 7500 t i długości 192 m oraz dźwigar pośredni o długości 58 m i 1200 t.

Wyzwanie stanowił transport ciężkich prefabrykatów i ich montaż na morzu. Do tego celu użyto specjalnego dźwigu Svanen, zakupionego w Danii, odpowiednio wzmocnionego i powiększonego do parametrów mostu Konfederacji (nośność 8200 t, wysokość podnoszenia 72 m).

Również w przypadku budowy wielkich mostów stalowych stosowany jest montaż wielkogabarytowych elementów prefabrykowanych. Wielkie realizacje tą metodą miały miejsce w Japonii [13]. W Polsce transportowano Wisłą elementy mostów w Kieźmarku i Zakrocymiu. Na rycinie 15 pokazano transport stalowego przęsła kładki Simone de Beauvoir w Paryżu.

3.5. Małe i średnie przęsła łukowe

Małe mosty łukowe i przepusty często budowane są z elementów prefabrykowanych [24, 48]. W wielu krajach opracowano systemy takich obiektów. Na rycinie 16 pokazano system całkowicie prefabrykowanych obiektów łukowych francuskiej firmy Matière [48] oraz widok obiektu budowanego z tych prefabrykatów. Podobne systemy opracowano również dla obiektów z blach falistych [24] oraz żelbetonowych prefabrykatów skrzynkowych.

Ciekawą technologią budowy przęsła mostów łukowych o średniej rozpiętości opracował Edward Marcinków (Mostmar Zarzecze) [30, 31, 32]. Polega ona na scalaniu prefabrykowanych elementów pomostu i łuku za pomocą węzłów monolitycznych. Obiekty te są realizowane bardzo szybko i za bardzo konkurencyjną cenę. Firma Mostmar Zarzecze wykonała kilkanaście obiektów, stosując ten system, więc – co należy specjalnie podkreślić – jest to rozwiązanie sprawdzone i godne polecenia.

3.6. Realizacja wielkich mostów łukowych

Do budowy dużych obiektów łukowych są stosowane różne technologie. Poniżej przedstawiono obiekty, przy budowie których stosowano elementy prefabrykowane.

Wiadukt w Milówce (2006), o długości 662,53 m, został zaprojektowany w postaci konstrukcji o mieszanym ustroju



Ryc. 19. Most Arrabida w Porto: a) montaż elementu prefabrykowanego łuku o masie 2200 t (1963) [41]; b) widoki współczesne

statycznym [31]. Główną jego część stanowią trzy przęsła łukowe o rozpiętości 103,84 m każde, z jazdą górną.

Technologia budowy tego obiektu została opisana w pracy [31], w niniejszym artykule przytoczono tylko informacje dotyczące realizacji łuków przy zastosowaniu ich częściowej prefabrykacji.

Zaprojektowano łuki paraboliczne, żelbetowe, po dwa w przekroju poprzecznym przęsła. Szerokość łuków jest równa 3,00 m, a grubość wynosi od 1,00 m

w kluczu do 1,40 m przy fundamencie. Łuki w kluczu połączone monolitycznie z belkami pomostu.

Technologia budowy łuków oparta była na następujących założeniach:

- łuk w przekroju poprzecznym składa się z trzech części: zewnętrznych prefabrykatów i wewnętrznego wypełnienia betonem monolitycznym;
- deskowanie umożliwiające zabetonowanie części wewnętrznej było podwieszane do elementów prefabrykowanych;

- każdy łuk wykonano z siedmiu par prefabrykatów, które ustawiono na wieżowych podporach montażowych;
- masa elementów prefabrykowanych (wykonywanych na placu budowy) wynosiła do 36 t;
- po ustawieniu prefabrykatów, podwieszeniu deskowania i ułożeniu zbrojenia przerwę między elementami prefabrykowanymi wypełniano betonem (B40). Obiekt w fazie budowy i po jej zakończeniu pokazano na rycinie 18.

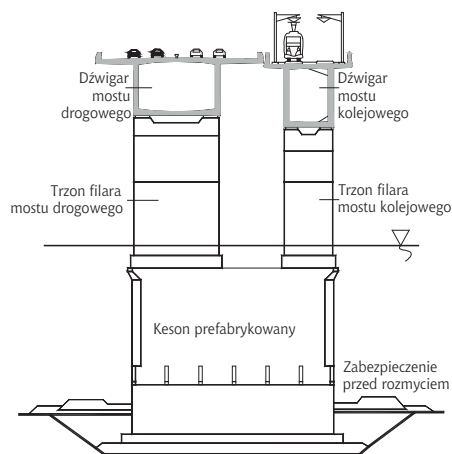
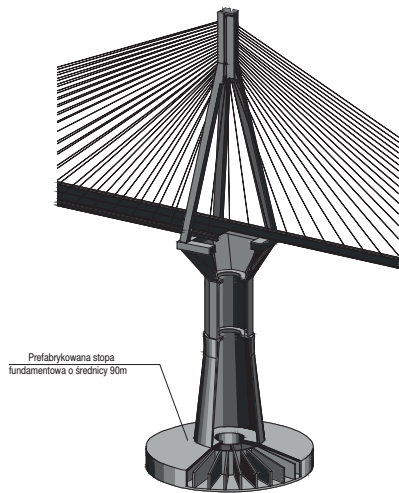
Wiele dużych mostów łukowych zostało wykonanych przy wykorzystaniu segmentów prefabrykowanych, i tak:

- most przez rzekę Parramatta w Sydney o rozpiętości 305,900 m zmontowano z segmentów prefabrykowanych, układanych na stalowych krążynach (1960) [22]; segmenty skrzynkowe (cztery w przekroju poprzecznym łuku) miały długość 6,1 m i masę do 50 t;
- mosty Arrabida w Porto (1963) [41] i na wyspie Krk (1980) [44] wykonano, stosując montaż wspornikowy elementów prefabrykowanych.

Most Arrabida w Porto [41] zaprojektował Edgar Cardoso pod koniec lat 50. XX w. Jest to most żelbetowy, z głównym przęsłem łukowym, o rozpiętości 270,00 m. Grubość łuku wynosi od 4,50 m u wezłowia do 3,00 m w kluczu. W przekroju poprzecznym usytuowano dwa skrzynkowe, dwukomorowe łuki, połączone żelbetowym skratowaniem. Łuki mają konstrukcję zespoloną i były wykonywane metodą montażu wspor-



Ryc. 20. Widok mostów prowadzących na wyspę Krk w Chorwacji (1980), fot. fisra, fotolia



Ryc. 21. Prefabrykowana stopa fundamentu pylonu mostu podwieszono Rion-Antirion w Grecji (2004) i prefabrykowany keson mostu Zachodniego przeprawy przez Wielki Bełt w Danii (1995) [10], fot. mema, Sokarys

nikowego (ryc. 19). Wspornikowo montowane elementy prefabrykowane łuków złożone są z trzech stężonych środników. Elementy miały długość od 4,00 m do 12,00 m.

Po wykonaniu dwustronnych wsporników o długości 88,89 m podwieszono z barki środkową część łuku o długości 78,30 m i masie 2200 t. W następnych etapach wykonano nadłęczca.

Pamiętajmy, że opisaną technologię zastosowano ponad 50 lat temu.

Przeprawa na wyspę Krk w Chorwacji [44] składa się z dwóch mostów łukowych o rozpiętościach przęsł 244,00 m i 390,00 m. Łuki prefabrykowano-monolityczne wzniesiono metodą montażu

wspornikowego (ryc.20). Pomost wykonano, stosując także elementy prefabrykowane.

4. Prefabrykowane fundamenty i podpory

Prefabrykacja fundamentów dotyczy zarówno małych obiektów, jak i wielkich przepraw mostowych. W przypadku małych i średnich mostów są stosowane prefabrykowane:

- od kilkudziesięciu lat [2] pale fundamentowe,
- stopy i łąwy,
- elementy studni i kesonów.

Często prefabrykuje się trzony podpór i oczepy, a także pylony małych mostów

podwieszonych [7]. Elementy te łączy się za pomocą węzłów monolitycznych, cząskami sprężanych.

W przypadku dużych obiektów łączących brzegi zatok morskich czasami stosuje się wielkie fundamenty specjalne (ryc. 21), jak np. w przypadku mostów Rion-Antirion i Wielki Bełt w Danii. Prefabrykowane stopy mostu Rion-Antirion mają średnicę 90 m.

Osobnym tematem są prefabrykowane trzony (korpusy) podpór montażowych. Podpory takie mogą być wykonywane zarówno z elementów stalowych, jak i betonowych (np. pokazane na rycinie 22).

5. Prefabrykowane pomosty

Obecnie coraz częściej stosuje się częściowo lub całkowicie prefabrykowane elementy pomostów [5, 20, 23, 25], układane na wykonanym wcześniej ruszcie belek lub elementach przekroju skrzynkowego. Zasadniczo, w przypadku pomostów betonowych w grę wchodzi następujące rozwiązanie:

- stosowanie deskowania straconego, którego zadaniem jest przeniesienie ciężaru zbrojenia i mokrego betonu płyty pomostowej;
- wykorzystanie prefabrykatów typu filigran, które po połączeniu z nadbetonem tworzą zespoloną płytę pomostu [5];
- pomosty całkowicie prefabrykowane [23].

Należy odnotować pojawienie się pomostów z tworzyw sztucznych [47, 54]. Pierwsze polskie zastosowanie to projekt



Ryc. 22. Prefabrykowane podpory tymczasowe: a) stalowe, stosowane na budowie mostu na Rędzinie, b) betonowe, stosowane przy budowie obiektu WA17. Oba obiekty są realizowane na autostradowej obwodnicy Wrocławia (AOW)



Ryc. 23. Prefabrykowane wanty zastosowane w podwieszonym moście przez Łabę w Dreźnie



Ryc. 24. Kable prefabrykowane użyte na budowie obiektu WD22 na AOW

kładki w Kórniku zespołu prof. Henryka Zobla [54].

6. Prefabrykowane elementy zbrojenia, kable do sprężania i podwieszania konstrukcji

Współczesne budownictwo charakteryzuje się dużą presją na skracanie czasu realizacji inwestycji. Jedną z metod osiągnięcia tego celu jest stosowanie w konstrukcjach betonowych prefabrykowanych elementów (koszy) zbrojeniowych i prefabrykowanych kabli [43] (ryc. 24).

W mostach podwieszonych [7, 16, 37] często są stosowane prefabrykowane kable do podwieszenia (ryc. 23).

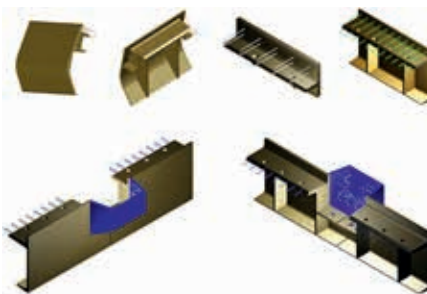
7. Prefabrykowane elementy wyposażenia

Znaczne przyspieszenie tempa robót wykończeniowych można uzyskać dzięki

wykorzystaniu elementów prefabrykowanych. Najczęściej stosowane są:

- prefabrykowane belki gzymsowe (ryc. 25),
- prefabrykowane schody skarpowe,
- prefabrykowane elementy odwodnienia skarp itp.

Często elementy te są wykonywane z betonów modyfikowanych, np. polimerobetonów.



Ryc. 25. Prefabrykowane belki gzymsowe z polimerobetonu [17]

8. Zakończenie

Z przedstawionego materiału jednoznacznie wynika, że prefabrykacja we współczesnym mostownictwie jest stosowana powszechnie i dzięki temu możliwa jest realizacja wielkich dzieł inżynierskich w stosunkowo krótkim czasie.

Pod względem trwałości i nakładów na utrzymanie, współczesne prefabrykowane obiekty betonowe nie ustępują monolitycznym.

Literatura

- [1] Barker R.M., Puckett J.A.: *Design of Highway Bridges*. John Wiley & Sons. New York 1997.
- [2] *Betonowe mosty drogowe*, z. 4. Nakładem Związku Polskich Fabryk Portland-Cementu. Warszawa 1930.
- [3] Biliszczuk J., Hildebrand M., Rabięga J., Tadda J.: *Mosty wyprodukowane w Królewskiej Odlewni Żeliwa w Gliwicach*. „Mosty” 2009, nr 3, s. 59–60.
- [4] Biliszczuk J., Onysyk J., Styrylska J., Boniecki T., Barcik W., Sułkowski M.: *Kładka pieszo-rowerowa nad Fosą Miejską w rejonie placu Orłąt Lwowskich we Wrocławiu*. „Mosty” 2009, nr 4, s. 66–69.
- [5] Biliszczuk J., Onysyk J., Sadowski K., Barcik W., Prabucki P.: *Nowy wschodni most Warszawski we Wrocławiu*. Seminarium Wrocławskie Dni Mostowe. *Mosty stalowe. Projektowanie, technologie budowy, badania, utrzymanie*. Wrocław, 27–28 listopada 2008. DWE. Wrocław 2008, s. 109–118.
- [6] Biliszczuk J., Machelski C.: *Sposoby uciągania pręseł z belek prefabrykowanych*. Seminarium Wrocławskie Dni Mostowe *Technologiczne aspekty w projektowaniu i budowie mostów betonowych*, Wrocław, 23–24 listopada 2006. DWE. Wrocław 2006, s. 169–182.
- [7] Biliszczuk J.: *Mosty podwieszane. Projektowanie i realizacja*. Arkady. Warszawa 2005.
- [8] Biliszczuk J.: *Historia rozwoju mostów z betonu sprężonego w Polsce*. „Inżynieria i Budownictwo” 1997, nr 9, s. 427–431.
- [9] Biliszczuk J.: *O najstarszym w Polsce moście z betonu sprężonego*. „Inżynieria i Budownictwo” 1997, nr 6, s. 380–381.
- [10] Biliszczuk J., Strojcka M.: *Skandynawskie połączenia komunikacyjne*. „Inżynieria i Budownictwo” 1995, nr 9, s. 474–479.
- [11] Biliszczuk J., Machelski C., Maliszewicz P., Mistewicz M.: *Typowe uszkodzenia drogowych mostów prefabrykowanych*. „Drogoznictwo” 1994, nr 8, s. 186–194.
- [12] Biliszczuk J., Machelski C.: *Projektowanie ciągłych mostów drogowych z belek pre-*

- fabrykowanych typu Wągrowiec. „Drogownictwo” 1991, nr 10, s. 174–183.
- [13] Biliszczuk J., Niemierko A.: *Japońskie trasy komunikacyjne łączące wyspy Honshu i Shikoku*. „Drogownictwo” 1988, nr 6.
- [14] *Budowa mostu drogowego przez Wisłę w Anopolu*. Praca zbiorowa. ZG SITK. Warszawa 1997.
- [15] Czernski Z., Zieliński J.: *Prefabrykowane mosty sprężone*. WKiŁ. Warszawa 1962.
- [16] Elizer W., Richter F.: *Die Elbebrücke Niederwartha – die ester Schrägseilbrücke*. 16 Dresdener Brückenbausymposium, 14 März 2006. Technische Universität Dresden. Dresden 2006, s. 121–140.
- [17] Engel J.: *Deska gzymsowa z polimerobetonu jako element wykończenia obiektów mostowych*. Seminarium Wrocławskie Dni Mostowe. Obiekty mostowe na autostradach i drogach ekspresowych, Wrocław, 26–27 listopada 2009. DWE. Wrocław 2009, s. 357–366.
- [18] Furtak K.: *Mosty zespolone*. PWN. Warszawa–Kraków 2009.
- [19] Fuzier J.-P.: *Mosty podwieszane – innowacyjne technologie budowy*. XLV Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN i Komitetu Nauki PZiTB *Mosty – projektowanie, budowa, utrzymanie*. Krynica '99. Wrocław 1999.
- [20] Hołowaty J.: *Mosty małej i średniej rozpiętości wśród 50 najważniejszych konstrukcji ze sprężonych elementów prefabrykowanych w Ameryce Północnej*. V Konferencja *Problemy projektowania, budowy oraz utrzymania mostów małych i średnich rozpiętości*, Wrocław, 2–3 grudnia 2004. DWE. Wrocław 2004, s. 199–207.
- [21] Jacobsen A.S.: *Great Belt Link: Prefabrication on Site. Advanced Studies on Structural Concrete*. „CEB Bulletin d'Information” 1994, No. 221, October.
- [22] Janda L., Kleisner Z., Zwara J.: *Betonowe mosty*. SNTL/ALFA. Praha 1988.
- [23] Jomvinya K., Vicat E.: *Kanchanapisek Bridge over the Chao Phraya River, Thailand*. „Structural Engineering International” 2009, Vol. 19, No. 1, February, p. 58–62.
- [24] Janusz L., Madaj A.: *Obiekty inżynierskie z blach falistych. Projektowanie i wykonawstwo*. WKiŁ. Warszawa 2007.
- [25] Kmita J., Rybak M.: *Kierunki rozwoju prefabrykacji mostów w Polsce*. „Inżynieria i Budownictwo” 1975, nr 8–9.
- [26] Kołakowski T., Kosecki W., Lorenc W., Leusz R.: *Nowatorska konstrukcja wiaduktu drogowego*. „Mosty” 2010, nr 1, s. 28–32.
- [27] Langrock J., Schuchardt J., Verch W.: *Betonbrückenbau*. VEB Verlag für Bauwesen. Berlin 1979.
- [28] Lavalau A., Lamarre F., Robert J.P.: *Passeele Simone-de-Beauvoir, Paris*. Editions AAM. Bruxelles 2006.
- [29] Lorenc W., Kosecki W., Braś M., Marecki A.: *Przykład montażu mostu zespolonego z dźwigarów ustawionych na prefabrykacjach VFT*. Seminarium Wrocławskie Dni Mostowe. *Mosty stalowe. Projektowanie, technologie budowy, badania, utrzymanie*, Wrocław, 27–28 listopada 2008. DWE. Wrocław 2008, s. 396–403.
- [30] Marcinków E., Tatar J.: *Budowa wiaduktu łukowego z prefabrykatów żelbetonowych nad linią kolejową*. „Inżynieria i Budownictwo” 2008, nr 1–2, s. 37–39.
- [31] Marcinków E., Tatar J.: *Technologia budowy części łukowej estakady w Miłowie w ciągu drogi ekspresowej S-69*. „Inżynieria i Budownictwo” 2006, nr 7–8, s. 408–411.
- [32] Marcinków E.: *O realizacji żelbetowego prefabrykowanego-monolitycznego mostu kratowego*. „Inżynieria i Budownictwo” 2004, nr 1–2, s. 40–42.
- [33] Mathivat J.: *Construction par encorbellement des ponts en béton precontraint*. Éditions Eyrolles. Paris 1979.
- [34] Menn C.: *Stahlbetonbrücken*. Springer-Verlag. Wien–New York 1986.
- [35] *Most III Tysiąclecia im. Jana Pawła II w Gdańsku*. Red. J. Biliszczuk. DWE. Gdańsk–Metz–Łódź–Wrocław 2003.
- [36] Muller J., Mathivat J., Combault J.: *Le pont de Brotonne*. „Annales des Ponts et Chaussées” 1977, nr 4.
- [37] Piekarski J.: *System podwieszenia mostu Świętokrzyskiego w Warszawie*. „Inżynieria i Budownictwo” 1999, nr 9.
- [38] Radomski W., Łagoda M.: *Budowa przeprawy mostowej Incheon w Korei Południowej*. „Inżynieria i Budownictwo” 2009, nr 1–2, s. 64–68.
- [39] Ramondenc P.: *The main bridges of the high speed line HSL Méditerranée*. FIB Symposium 2004, 26–28 April 2004, Avignon, 2004.
- [40] Smith D.A., Hewson N.R., Hendy C.R.: *Design of the Dubai Metro Light Rail Viaducts – superstructure*. Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Bridge Engineering, 2009, Vol. 162, No. 2, pp. 55–62.
- [41] Soares L.L.: *Edgar Cardoso engenheiro civil*. FEUP. Porto 2003.
- [42] Sparowitz L., Freytag B., Reichel M.: *Nachhaltige Brücken aus faserverstärktem Ultrahochleistungsbeton (UHPFRC)*. 20 Dresdner Brückenbausymposium, Technische Universität Dresden, 15/16 März 2010. Dresden 2010, s. 211–225.
- [43] Sternicki C.: *Prefabrykowane kable sprężające. Klasyfikacja, charakterystyka i zastosowanie*. „Drogi” 2010, nr 9, s. 37–41.
- [44] Stojadinovic I., Sarm S.: *Le pont en arc de Krk en Yougoslavie*. „Annales de l'Institut Technique du Beatiement et des Travaux Publics” 1981, nr 393, Avril.
- [45] Strasky J.: *Stress Ribbon and Cable-Supported Pedestrian Bridge*. Thomas Telford Publishing. London 2005.
- [46] Szczygieł J.: *Mosty z betonu zbrojonego i sprężonego*. WKiŁ. Warszawa 1978.
- [47] Toczkievicz R.: *Zastosowanie prefabrykowanych pomostów typu exodermic w mostach zespolonych małych rozpiętości*. V Konferencja *Problemy projektowania, budowy oraz utrzymania mostów małych i średnich rozpiętości*, Wrocław, 2–3 grudnia 2004. DWE. Wrocław 2004, s. 384–391.
- [48] Wiśniewski D., Biliszczuk J., Cruz P., Lopez P.: *Prefabrykowane elementy żelbetowe do budowy małych mostów, przepustów i tuneli pod nasypami w Portugalii*. „Inżynieria i Budownictwo” 2005, nr 4, s. 215–219.
- [49] Wiśniewski D., Biliszczuk J., Cruz P.: *Mosty z betonowych prefabrykatów sprężonych – praktyka portugalska*. „Inżynieria i Budownictwo” 2004, nr 4, s. 188–193.
- [50] Wolff M.: *Mosty z betonu sprężonego budowane metodą wspornikową*. „Inżynieria i Budownictwo” 1975, nr 8–9.
- [51] Virlogeux M.: *Design of Cables for Cable-Stayed Bridges: the Example of the Normandie Bridges. The French Technology of Concrete*. AFPC – AFREM. XIII FIP Congress. Amsterdam 1998.
- [52] Zwierzchlewska R.: *Most Konfederacji w Kanadzie*. „Inżynieria i Budownictwo” 1998, nr 5, s. 267–268.
- [53] Żółtowski H., Żółtowski K., Żółtowski P.: *50 lat strunobetonów w polskim mostownictwie*. V Konferencja *Problemy projektowania, budowy oraz utrzymania mostów małych i średnich rozpiętości*, Wrocław, 2–3 grudnia 2004. DWE. Wrocław 2004, s. 439–444.
- [54] Grotte B., Karwowski W., Mossakowski P., Wróbel M., Zobel H., Żółtowski P.: *Stalowa, łukowa kładka dla pieszych z podwieszonym pomostem z kompozytów polimerowych*. „Inżynieria i Budownictwo” 2009, nr 1–2, s. 69–73.

Artykuł jest zmodyfikowanym referatem, wygłoszonym podczas 62. Konferencji Naukowej KILiW PAN i KN PZiTB, Bydgoszcz – Krynica, 11–16 września 2016 r.

