



Temat specjalny

Prefabrykaty w budownictwie INFRASTRUKTURALNYM

tekst: **MARIAN KOWACKI**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne

Beton jest najczęściej stosowanym materiałem budowlanym na świecie, mimo to jego znaczenie zbyt często jest pomijane. Tymczasem przemysł prefabrykacji betonowej ma wiele do zaoferowania architektom, inwestorom, klientom, finansistom, ubezpieczycielom i środowisku. Prefabrykacja to szerokie spektrum wyrobów wytwarzanych fabrycznie, poczynając od masowo produkowanych bloczków chodnikowych, a kończąc na masywnych elementach produkowanych na zamówienie. Ich zastosowanie w budownictwie infrastrukturalnym oraz w branży wodociągowo-kanalizacyjnej znacząco wpływa na usprawnienie prac budowlanych, a tym samym skrócenie czasu realizacji obiektów.

fol. Oliver Sved – Fotolia.com



Idea prefabrykacji betonowej w budownictwie sięga czasów rzymskich, jednak za początki współczesnej prefabrykacji można uznać początki żelbetu, za datę graniczną przyjmując rok 1867, w którym Joseph Monier, ogrodnik miasta Paryża, opatentował siatkobetonowe donice – pierwsze współczesne prefabrykaty. W Polsce rozwój prefabrykacji w zakresie infrastruktury drogowej i technicznej przypadł na początek XX w. i lata międzywojenne – w 1939 r. istniało w Polsce niemal 200 wytwórni betonowych.

Pojęcie prefabrykacji w budownictwie oznacza proces wcześniejszego wytwarzania elementów konstrukcyjnych, które są łączone podczas montażu, tworząc w efekcie obiekt budowlany. Prefabrykacja odnosi się także do:

- podziału budowlany na części i elementy funkcjonalne – specjalizowane,
- podziału i specjalizacji wykonawstwa obejmującego produkcję, transport i montaż elementów,
- specjalizacji zastosowania materiałów i mechanizacji robót w produkcji, transporcie i montażu,
- ograniczenia robót na budowie do montażu i łączenia części i elementów specjalizowanych [1].

Klasyfikacja i rodzaje prefabrykatów

Klasyfikacji betonowych wyrobów prefabrykowanych można dokonać ze względu na wiele kategorii, w zależności od zastosowania w budownictwie, kształtu, stopnia wykończenia, rodzaju rozwiązania konstrukcyjnego lub materiałowego. Według kryterium rozmiaru i masy elementów wyróżnia się prefabrykaty drobnowymiarowe (o masie do 200 kg), średniowymiarowe i wielkowymiarowe (przekraczające 3–5 t). Ze względu na kształt będą to elementy prętowe, płytowe, blokowe, rurowe i przestrzenne. Pod kątem przeznaczenia funkcjonalno-użytkowego wymienia się elementy konstrukcyjne, konstrukcyjno-użytkowe, osłonowe, konstrukcji wsporczych, urządzeń technologicznych oraz budowlano-architektoniczne. Z uwagi na kryterium rozwiązań konstrukcyjnych elementy prefabrykowane dzielą się na betonowe niezbrojone, zbrojone i sprężone. Różnicowanie budowy wewnętrznej dzieli je na te o budowie przekroju poprzecznego, zbrojenia elementów, rozwinięcia powierzchni elementów przy stałych gabarytach



Jakie korzyści wynikają ze stosowania prefabrykatów w budownictwie mostowym i infrastrukturalnym?

Prefabrykacja ma ogromne możliwości zastosowania we wszystkich segmentach budownictwa takich jak: publiczne, mieszkaniowe, przemysłowe, infrastrukturalne i inne. Należy podkreślić istotę tej technologii, która dąży do optymalizacji procesu budowlanego i prowadzi do znajdowania efektywnych metod realizacji zadania przy jednoczesnym zachowaniu walorów estetycznych i użytkowych obiektu. Celem prefabrykacji jest: skrócenie czasu realizacji, zmniejszenie liczby procesów na budowie, minimalizacja ilości konstrukcji [m^3/m^2], podniesienie poziomu jakości, wielokrotność zastosowania. Dzięki swoim zaletom elementy prefabrykowane znalazły szerokie zastosowanie w budowie infrastruktury drogowej i kolejowej takiej jak: wiadukty, mosty, przepusty drogowe. Popularne zastosowanie znalazły belki mostowe znane od dawna typu „KUJAN”, czy „KUJAN NG” oraz nowsze rozwiązania belki typu „T” zwiększające rozpiętości do 33 m, czy typu IG do 42 m. Zastosowanie belek sprężonych daje możliwość prowadzenia robót nad czynnymi ciągami komunikacyjnymi z wyłączeniem ruchu jedynie na krótki czas montażu. Innym popularnym wyrobem są prefabrykowane przepusty drogowe o dużych rozmiarach, których zastosowanie w nasypach dróg umożliwi przejście zwierzętom, uregulowanie przepływu wód opadowych czy drobny ruch lokalny. Inne elementy jak ściany oporowe czy okładziny przyczółków mostowych pozwalają na uzyskanie estetycznych powierzchni o wysokiej odporności na czynniki atmosferyczne. Proces produkcji prefabrykatów prowadzony na nowoczesnych stanowiskach z zastosowaniem ścisłego reżimu technologicznego w halach niezależniących od warunków atmosferycznych pozwala na osiągnięcie specyficznych wyrobów o doskonałej jakości i dokładności.

Ireneusz Janik,
wiceprezes Stowarzyszenia Producentów Betonów

Autostradowa Obwodnica Wrocławia – ekran akustyczny, fot. Stowarzyszenia Producentów Betonów





Węzeł drogowy Żelazna – Żytnia w Kielcach, belki strunobetonowe typu T, fot. Stowarzyszenia Producentów Betonów

Jakie cechy elementów prefabrykowanych są szczególnie istotne z punktu widzenia potrzeb budownictwa infrastrukturalnego?

Budownictwo infrastrukturalne jest jednym z segmentów sektora budowlanego, który podlega dynamicznemu rozwojowi. Obiekty inżynierskie w ciągu dróg są przykładem, gdzie ze względu na powtarzalność elementów prefabrykaty cieszą się dużym zainteresowaniem. Bogactwo dostępnych skatalogowanych elementów oraz indywidualnych rozwiązań umożliwia swobodne kształtowanie przęseł mostów, wiaduktów drogowych i kolejowych czy kładek dla pieszych i przejść dla zwierząt. Możliwość dodatkowego sprefabrykowania pozostałej armatury budownictwa infrastrukturalnego uzupełnia proces inwestycyjny. Najnowsze doświadczenia w dziedzinie prefabrykacji umożliwiają łączenie różnych technologii w jednym elemencie, co pozwala na jeszcze większą swobodę projektowania oraz ekonomię realizacji.

Mówiąc o istotnych cechach elementów prefabrykowanych z punktu widzenia potrzeb budownictwa infrastrukturalnego, trzeba wziąć pod uwagę m.in. następujące aspekty. Po pierwsze, czy wytwarzane prefabrykaty spełniają wymagania określone w normach, po drugie, czy poszczególne partie są poddawane cyklicznej kontroli w uprawnionych do tego ośrodkach, i wreszcie, czy producent stosuje nowoczesne technologie. Ważną kwestią do rozważenia, przy wcześniejszym uwzględnieniu powyższych aspektów, jest również ekonomika produkcji, zważywszy na dużą konkurencję na lokalnych rynkach.

Maciej Cichy,
prezes zarządu PBU Gomibud Sp. z o.o.

zewnętrznych. Z uwagi na zastosowane rozwiązanie materiałowe elementy prefabrykowane różnią się ze względu na rodzaj materiału podstawowego i wykończeniowego. Klasyfikacja ze względu na stopień wykończenia dzieli je na elementy o stanie surowym powierzchni, z powierzchnią wykończoną, wymagające dodatkowych powłok oraz w pełni lub częściowo wyposażone w dodatkowe akcesoria [2].

Liczne możliwości zastosowania

Pod pojęciem budownictwo infrastrukturalne kryją się budowle związane z infrastrukturą techniczną i transportową. Są to często obiekty liniowe złożone z dużej liczby powtarzalnych elementów, gdzie wykorzystanie prefabrykacji jest szczególnie zasadne i pożądane. W obiektach mostowych oraz kładkach dla pieszych lub przejściach podziemnych wykorzystywane są prefabrykaty wielkowymiarowe. Często spotykanymi elementami konstrukcji są obiekty w kształcie litery T lub łukowe, a także pozwalające na uzyskanie ok. 20 m rozpiętości prefabrykaty belkowe typu Kujan. Poza konstrukcjami mostów i wiaduktów powszechnie produkuje się także elementy uzupełniające, takie jak kapy mostowe, bariery rozdzielające, deski gzymsowe, zabezpieczenia przyczółków itp.

Prefabrykaty wielkowymiarowe stosuje się również przy wykonywaniu obudów tuneli. Przykładem może być tunel II linii metra w Warszawie, gdzie każdy segment obudowy tunelu o średnicy ok. 6 m i szerokości 1,5 m składa się z sześciu elementów powłokowych o masie 4–5 t oraz mniejszego klucza zamykającego obwód segmentu. Szczególnie trudnym wyzwaniem jest produkcja segmentów w zindywidualizowanych formach z uwagi na bardzo małe tolerancje wymiarowe tych prefabrykatów, stanowiące warunek właściwego montażu.

Drobnowymiarowe elementy, takie jak podkłady sprężone lub żelbetowe, znajdują powszechne zastosowanie w konstrukcji dróg szynowych. Z kolei elementy średnio- lub wielkowymiarowe w tego typu konstrukcjach występują w postaci płyt

torowiskowych, które stosowane są głównie w budowie linii tramwajowych.

Elementami prefabrykowanymi w instalacjach zaopatrzenia w wodę są rury ciśnieniowe, w których woda płynie, wykorzystując pełny przekrój elementu. Temu rodzajowi prefabrykatów stawia się liczne wymagania związane ze szczelnością i trwałością w warunkach ciśnienia roboczego wody wynoszącego od 0,5 do 2 MPa. Oprócz produkowanych w Polsce rur o średnicy do 1,6 m, sprężonych podłużnie i obwodowo, istnieje wiele innych systemów rur ciśnieniowych zarówno sprężonych, jak i żelbetowych.

Znacznie szersze niż w przypadku sieci wodociągowych jest spektrum elementów betonowych bezciśnieniowych służących do budowy sieci kanalizacyjnych. Stosowane w tym zakresie rozwiązania często mają charakter systemowy – obejmują różne typy rur oraz elementów uzupełniających, np. studzienek rewizyjnych, zwężek, pokryw. To zróżnicowanie spowodowane jest:

- technologią układania rur (w przypadku wykopu otwartego czy mikrotunelingu stosuje się rury przeciskowe),
- profilem przekroju (wyróżnia się rury okrągłe, gardzielowe, jajowe, z kinetą),
- warunkami użytkowania (mogą to być rury z wkładkami PE-HD, z betonu chemoodpornego),
- gabarytami (rury mogą mieć ponad 350 cm średnicy).

Innymi elementami uzupełniającymi asortyment wyrobów kanalizacyjnych są systemy odwodnień liniowych, których kształty mogą być zróżnicowane.

Równie zróżnicowany jest asortyment elementów obsługi ciągów komunikacyjnych, w którym podobnie jak w przypadku elementów konstrukcji dróg szynowych, dominują wyroby drobnowymiarowe. Wśród elementów średnio- i wielkowymiarowych można wymienić tymczasowe lub stałe bariery drogowe, wyspy, bariery czołowe zlokalizowane np. w otoczeniu punktów poboru opłat na autostradach oraz ekrany akustyczne. Z kolei w budowie obiektów towarzyszących szlakom kolejowym szerokie zastosowanie znajdują ścianki oporowe typu L oraz inne elementy, będące składowymi systemu prefabrykowanych płyt peronowych. Różne typy prefabrykowanych przepustów, odwodnień, a także przejść dla zwierząt znajdują powszechne zastosowanie we wszystkich liniowych ciągach komunikacyjnych [3].

Perspektywy rozwoju i wykorzystania prefabrykatów

Prognozuje się, że jednym z kierunków rozwoju prefabrykacji będzie zwiększenie udziału w ich produkcji materiałów pochodzących z recyklingu (kruszywa do betonu, dodatki do cementu), w tym zwłaszcza niewykorzystywanych dotąd powszechnie w budownictwie spoiw polimerowych pochodzenia mineralnego, tzw. geopolimerów. Taka innowacyjność materiałowa w połączeniu z tradycyjnymi zaletami prefabrykacji mogłaby uczynić z prefabrykacji technologię doskonale wpisującą się w strategię zrównoważonego rozwoju pod kątem ograniczenia energochłonności produkcji oraz zmniejszenia jej śladu węglowego. Osiągnięcie tych parametrów stanie się w najbliższych latach szczególnie istotne w obliczu stopniowo zaostrzanych kryteriów oceny wyrobów budowlanych w odniesieniu do ich oddziaływań na środowisko w trakcie całego cyklu życia wyrobu [1].



FIRMA GOMIBUD ZAJMUJE SIĘ:

PRODUKCJĄ

- prefabrykowanych elementów betonowych, żelbetonowych
- betonu towarowego
- paneli ekranów akustycznych

PROJEKTOWANIEM I WYKONAWSTWEM M.IN.

- konstrukcji stalowych
- budowli infrastruktury drogowej
- obiektów mostowych
- ekranów akustycznych

Wytwarzane produkty wykorzystywane są na prowadzonych inwestycjach oraz wystawiane do ogólnej sprzedaży. Realizujemy wszystkie nietypowe zlecenia klientów.



Jakie cechy elementów prefabrykowanych są szczególnie istotne z punktu widzenia potrzeb budownictwa infrastrukturalnego?

Cały szereg cech prefabrykacji ma duże znaczenie dla rozwoju budownictwa infrastrukturalnego, m.in. ekonomiczność oraz żywotność elementów prefabrykowanych. Rury z betonu i żelbetu przyczyniają się do zmniejszenia opłat za odprowadzanie ścieków oraz utrzymania ich długofalowo na niskim poziomie dzięki długiej żywotności. Są wartościowe ekologicznie z racji energooszczędnej produkcji oraz używania naturalnych materiałów, nadających się do ponownego użytku. Kolejne istotne cechy to stabilność pod względem posadowienia oraz odporność na siły wyporu nawet przy wysokich poziomach wód gruntowych. W parze ze stabilnością idzie wytrzymałość statyczna takich rur oraz ich zdolność do przenoszenia dużych obciążeń, szczególnie przy niskim posadowieniu.

**Tomasz Poloczek,
HABA-Beton Johann Bartlechner Sp. z o.o.**

Prefabrykacja cechuje się taką wielością zalet, że nie sposób ich wszystkich wymieniwać. Jedną z nich jest wytrzymałość konstrukcji prefabrykowanej, która przyrasta w ciągu setek lat od ich zabetonowania. Ponadto wszelkie procesy reologiczne stabilizują się z upływem czasu. Prefabrykaty z betonu są odporne na wpływy korozyjne i mogą być w pełni stosowane w agresywnym środowisku, czego dobitnym przykładem są prefabrykowane elementy falochronów podlegające wpływom dynamicznym i agresji wód morskich. Odpowiednią grubość otuliny zbrojenia zapewnia ścisła kontrola jakościowa podczas procesu produkcyjnego.

Coraz częściej w budownictwie, nie tylko infrastrukturalnym, oczekuje się od betonów wysokiej wytrzymałości, co

można uzyskać w konstrukcjach prefabrykowanych. W przypadku tzw. wczesnego wieku uzyskuje się to z pomocą różnych środków technologicznych, łącznie z betonami samozagęszczalnymi.

Konstrukcje prefabrykowane są odporne na silne uderzenia, stąd ich wykorzystanie jako elementów BRD, gdyż prefabrykaty mogą również absorbować uderzenia pojazdów i redukować ich skutki.

Ponadto elementy prefabrykowane są szczelne przy działaniu deszczu i wszelkiego rodzaju innych opadów. Są odporne na warunki atmosferyczne w okresach zimowych ze zmiennymi cyklami niskich temperatur, co jest istotne zwłaszcza w polskim klimacie. Pod tym względem wyróżniają się na tle innych materiałów, które narażone na podobne zjawiska, szybko ulegają degradacji.

Literatura

- [1] Adamczewski G., Woyciechowski P.: *Prefabrykacja – jakość, trwałość, różnorodność* [online]. Stowarzyszenie Producentów Betonów, Warszawa, październik 2014, z. 1 [dostęp: 19 maja 2015]. Dostępny w Internecie: http://www.s-p-b.pl/sources/Zeszyt_1_PREFABRYKACJA_Jakosc.pdf.
- [2] Borowiecki H.: *Zalety i wady stosowania prefabrykacji w budownictwie* (prezentacja) [online]. Prezi, 27 stycznia 2014 [dostęp: 22 czerwca 2015]. Dostępny w Internecie: <https://prezi.com/fesnf2fk6bck/copy-of-zalety-i-wady-stosowania-prefabrykacji-w-budownictwie/>.
- [3] Adamczewski G., Woyciechowski P.: *Wielkowymiarowe elementy prefabrykowane stosowane w budownictwie infrastrukturalnym*. „Inżynier Budownictwa” 2014, nr 4, dodatek specjalny „Prefabrykaty”, s. 56–60.
- [4] *Książeczka o prefabrykacji. Dlaczego prefabrykacja? Sto korzyści stosowania prefabrykacji* [online]. Federacja Prefabrykacji Betonowej (BPCF) [dostęp: 22 czerwca 2015]. Dostępny w Internecie: http://www.bibm.eu/Documenten/Little-Book_Polish.pdf.

Rura o profilu ramowym, fot. HABA-Beton Johann Bartlechner Sp. z o.o.

Rura z suchą kinetą, fot. HABA-Beton Johann Bartlechner Sp. z o.o.

Rura o profilu jajowym z okładziną PEHD, fot. HABA-Beton Johann Bartlechner Sp. z o.o.

