

dr inż. Szymon Wojciechowski^{1)*}
mgr inż. Łukasz Stodolny¹⁾

Wykorzystanie zalet technologii prefabrykacji betonowej w budowie elektrowni jądrowej

Technologia wytwarzania energii pochodzącej z rozszczepienia jądra atomu (najczęściej uranu-235) w reaktorze jądrowym, przeżywająca w XXI wieku swój renesans, musi sprostać wielu wyzwaniom, aby zapewniając czystą energię, nie generować jednocześnie w społeczeństwie strachu wynikającego z życia w jej otoczeniu. Ciągły rozwój tej technologii znacznie zwiększa poziom bezpieczeństwa użytkownika i ma na celu niedopuszczenie do sytuacji, jakie miały miejsce w ostatnich dziesięcioleciach w Czarnobylu i Fukushima. Należy podkreślić, że skutki zdrowotne dla społeczeństwa wynikające ze spalania paliw kopalnych są nieporównywalnie większe, a istotna redukcja emisji CO₂ bez zaangażowania energetyki jądrowej w przewidywalnej perspektywie czasowej jest nie do uzyskania. W ciągu całego procesu budowy elektrowni jądrowej, jakość i bezpieczeństwo stanowią nienaruszalny fundament przedsięwzięcia. Aby sprostać rygorystycznym wymaganiom, jakie stawiane są każdemu elementowi wchodzącemu w skład elektrowni jądrowej, zastosowanie znajduje technologia prefabrykacji.

Realizowany program budowy Polskiej Elektrowni Jądrowej na Pomorzu, zakłada aktywizację i włączenie polskiego przemysłu w proces budowlany. Wymagania, jakie powinny spełniać polskie firmy, zarówno pod względem przygotowania formalnego, wykonawczego, jak i kadrowego, opisano w [1, 2]. Mogą nim sprostać jedynie firmy z wieloletnim doświadczeniem w branży prefabrykacji. Grupa PEKABEX, w skład której wchodzi pięć zakładów w Polsce oraz jeden w Niemczech, spełnia najwyższe standardy wymagane przy realizacji tego typu obiektów. Ponadpięćdziesięcioletnie do-

świadczenie firmy sprawia, że jest ona solidnym i godnym zaufania partnerem w projektach długoterminowych, do jakich niewątpliwie można zaliczyć budowę elektrowni jądrowej, której pierwszy reaktor planowany jest do uruchomienia w 2033 r.

W artykule skupiono się na wybranych wyrobach z asortymentu Grupy PEKABEX, które mogą znaleźć zastosowanie w modularyzacji i prefabrykacji procesu budowlanego, przyczyniając się do skrócenia czasu realizacji inwestycji oraz redukcji kosztów, czego efektem jest ograniczenie ryzyka finansowego całego przedsięwzięcia.

Projekt Polskiej Elektrowni Jądrowej wykonano w technologii amerykańskiej firmy Westinghouse – AP1000, w której wykorzystywane są reaktory generacji III+, a do ich chłodzenia będzie wykorzystywana woda z Morza Bałtyckiego (fotografia 1). W tym celu, w głąb Bałtyku, na tysiące metrów zostaną wprowadzone rury odprowadzające i doprowadzające wodę do i z systemu chłodzenia reaktorów. Instalacje te będą obudowane w tunelu drążonym w dnie Bałtyku. Najpopularniejszą formą obudowy tuneli w miękkim gruncie są segmentowe obudowy nazywane potocznie „tubingami”. W ostatnich latach Grupa PEKABEX dostarczała tego typu produkty na budowę: tunelu drogowego pod Martwą Wisłą w Gdańsku, tunelu kolejowego łączącego Łódź Kaliską i Łódź Fabryczną oraz tuneli w Berlinie

i Hamburgu. Proces produkcji tubingów polega na wykonaniu niezależnych segmentów wchodzących w skład pełnego pierścienia tunelu na specjalistycznej linii technologicznej, w skład której wchodzi systemowe formy stalowe zapewniające bardzo dobrą jakość produkowanych elementów (fotografia 2). Typowy proces produkcyjny rozpoczyna się od zamówienia odpowiedniej liczby form, aby spełnić harmonogram placu budowy. Po dostarczeniu form i ich montażu na linii produkcyjnej odbywa się proces weryfikacji tolerancji form za pomocą skanerów laserowych. Sam proces produkcyjny składa się z następujących etapów: montaż akcesoriów (gniazd śrub, kołków, gniazd iniekcyjnych itp.); pokrycie powierzchni formy środkami antyadhezyjnymi; montaż klatki zbrojeniowej; ułożenie dystansów zapewniających odpowiednią otulinę betonową zbrojenia; betonowanie segmentu; wibrowanie formy i wyrównywanie powierzchni otwartej. Po osiągnięciu wymaganej wytrzymałości gotowe elementy są transportowane wewnątrz zakładu za pomocą ssawek próżniowych. Następnie poddawane są kontroli jakości, aby na plac budowy trafiły tylko pełnowartościowe produkty, które finalnie będą stanowiły o bezpieczeństwie eksploatacji systemu chłodzenia reaktorów jądrowych. Należy podkreślić, że wyroby Grupy PEKABEX



Fot. 1. Wizualizacja Polskiej Elektrowni Jądrowej

Fot. Polskie Elektrownie Jądrowe

¹⁾ Grupa Kapitałowa PEKABEX

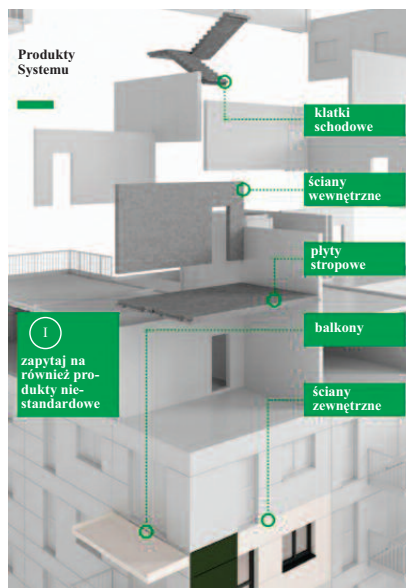
^{*} Adres do korespondencji:
szymon.wojciechowski@pekabex.com



Fot. 2. Linia technologiczna produkcji tubingów w zakładzie PEKABEX w Mszczonowie
Fot. PEKABEX

na wspomniane realizacje miały tolerancję wymiarów do 0,5 mm.

W proces budowy Polskiej Elektrowni Jądrowej będą zaangażowane tysiące osób. Będzie to zarówno wykwalifikowana kadra inżynierska zajmująca się procesem projektowym i logistycznym systemem zamówień i dostaw towarów, która będzie mogła wykonywać swoją pracę z dala od placu budowy, ale znaczna część zespołu budowlanego będzie przebywała bezpośrednio na placu budowy. Konieczne więc będzie zapewnienie wszystkim pracownikom odpowiedniego zaplecza budowy. Mowa o inwestycji na skalę małego miasteczka, w którym miejsce pobytu znajdują setki, a nawet tysiące osób. Można w tym celu wykorzystać komplementarny, oferowany na polskim i zagranicznym rynku System Pekabex® Budynki Mieszkalne. W skład tego systemu (fotografia 3) wchodzi wszystkie elementy niezbędne do wykonania budynku mieszkalnego zamieszkania indywidualnego lub zbiorowego. Są to: ściany (wewnętrzne i zewnętrzne) jedno-, dwu- i trójwarstwowe (z warstwą izolacji i gotową elewacją); płyty stropowe; biegi schodowe i spoczniki; balkony itp. Z elementów gotowego systemu możliwe jest zaprojektowanie dowolnego budynku, który ze względu na specjalne wymagania może zostać do nich dostosowany dzięki wiedzy i umiejętnościom wyspecjalizowanej kadry projektowej firmy. W portfolio Grupy PEKABEX znajduje się wiele realizacji w systemie budownictwa mieszkaniowego, od prostych koszarowców do celów wojskowych, po ambitne realizacje mieszkani-



Fot. 3. System Pekabex® Budynki Mieszkalne [3]

we w centrach miast. Realizacje te udowadniają, że prefabrykacja mieszkaniowa może być skuteczna i dająca realne oszczędności w harmonogramie.

Cechą charakterystyczną inwestycje jądrowe jest niewątpliwie stawianie na pewne rozwiązania, które są gwarancją bezpieczeństwa. Te obiekty, które ze względu na przeznaczenie nie będą decydowały o bezpieczeństwie jądrowym, mogą być jednak analizowane w sposób indywidualny. Grupa PEKABEX może pochwalić się spektakularnymi realizacjami, w których dokonała adaptacji gotowych projektów inwestorskich, pierwotnie przygotowanych w innych technologiach, do własnych rozwiązań prefabrykacyjnych. Jednym z najbardziej interesujących przykła-

dów jest inwestycja Baltic Tower w Gdańsku. Dzięki zastosowaniu technologii prefabrykacji betonowej, zastępując pierwotnie planowaną konstrukcję stalową, udało się nie tylko zoptymalizować koszty, korzystając z rozwiązań oferowanych przez PEKABEX, lecz także zwiększyć powierzchnię użytkową wewnątrz obiektu, co stanowiło istotną wartość dodaną dla inwestora. W ramach tej inwestycji zastosowano strunobetonowe dźwigary dachowe długości 55 m oraz sprężone słupy o wysokości przekraczającej 35 m. Szczegółowe informacje na temat tego projektu można znaleźć w [4].

Budowa Polskiej Elektrowni Jądrowej jest procesem wieloletnim. Wpływ na taki czas realizacji ma przede wszystkim złożoność projektu oraz niespotykane w typowym budownictwie wymagania dotyczące wysokich standardów jakości i bezpieczeństwa. Technologia, która to gwarantuje, a dodatkowo zapewnia terminowość realizacji wg hasła „*delivered as promised*” (pol. dostawa zgodnie z obietnicą), jest **technologia prefabrykacji**. Produkcja elementów prefabrykowanych, w kontrolowanych warunkach zakładów produkcyjnych, pozwala na osiągnięcie bardzo dużej precyzji geometrycznej oraz spełnienie rygorystycznych wymagań wytrzymałościowych stawianych elementom wykorzystywanym przy budowie elektrowni jądrowych. Budowa Elektrowni Jądrowej na Pomorzu to olbrzymia szansa dla polskiego społeczeństwa, dzięki zapewnieniu dostępu do czystej energii użytkowej, jak i dla polskiego przemysłu ze względu na możliwość zdobycia doświadczenia w realizacji tego typu inwestycji.

Literatura

- [1] Piotrowski T. Zapotrzebowanie na kadry w energetyce jądrowej w Polsce. Inżynier Budownictwa. 2024; 231.
- [2] Piotrowski T, Sidło A. Budowa elektrowni jądrowej w Polsce – prawo, standardy i local content. Międzynarodowa Konferencja naukowo-techniczna Awarie Budowlane – 31st International Conference on Structural Failures.
- [3] <https://pekabex.com/wiedza/>.
- [4] <https://pekabex.com/o-firmie/blog/projektowanie-konstrukcji-baltic-towers-kolejne-wyzwanie-inzynierskie-pekabex/>.

Partner działu:

Stowarzyszenie Producentów Betonów

www.s-p-b.pl