

prof. dr hab. inż. Józef Jasiczak¹⁾
ORCID: 0000-0003-3643-9819

Budownictwo przemysłowe wczoraj, dziś, jutro

Industrial construction yesterday, today and tomorrow

DOI: 10.15199/33.2020.02.04

Streszczenie. Artykuł dotyczy historycznych uwarunkowań powstania kategorii *Budownictwo przemysłowe* z perspektywami jej rozwoju w XXI wieku. Przedstawiono rozwiązania projektowe adekwatne do stadiów rewolucji przemysłowej oraz współczesne wymagania stawiane takim obiektom. Podkreślono rolę myślenia proekologicznego w procesach projektowych, budowie i eksploatacji. **Słowa kluczowe:** rewolucje przemysłowe; budynki starej i nowej generacji; ekologia.

Abstract. The article concerns the historical conditions for the creation of the *Industrial Construction* category with prospects for its development in the 21st century. Design solutions adequate to the stages of the industrial revolution and contemporary requirements for such objects were presented. The role of pro-ecological thinking in design, construction and operation processes was emphasized.

Keywords: industrial revolutions; old and new generation buildings; ecology.

Prawo budowlane klasyfikując *Kategorie obiektów budowlanych* wśród kilkunastu innych wyróżnia w punkcie XVIII budynki przemysłowe. Należą do nich fabryki i inne pomieszczenia używane do produkcji, zmiany, naprawy, czyszczenia, mycia, dzielenia, adaptacji lub przetwarzania dowolnego artykułu. Na początki budownictwa przemysłowego zdecydowany wpływ miała rewolucja przemysłowa, a każdy z jej etapów kształtował inne rozwiązania.

Pierwsza rewolucja przemysłowa zapoczątkowana została w Anglii w XVIII wieku i była związana z przejściem od gospodarki opartej na rolnictwie oraz produkcji manufakturowej i rzemieślniczej do nowocześniejszej produkcji zmechanizowanej, fabrycznej, na dużą skalę. Główna zmiana technologiczna polegała na wykorzystaniu maszyny parowej opalanej węglem do napędzania maszyn i urządzeń produkcyjnych.

Druga rewolucja przemysłowa przypada na drugą połowę XIX i początki XX wieku. Spowodowana została gwałtownym rozwojem nauki, któremu towarzyszyło powstanie nowych rozwiązań technicznych, począwszy od silnika elektrycznego, przez dynamit i karabin maszynowy, aż po telefon (1876), żarówkę (1879) i odkurzacz elektryczny (1907). Produkcja wyrobów stała się masowa z zastosowaniem energii elektrycznej.

Okres po II wojnie światowej określa się także mianem rewolucji naukowo-technicznej. Symbolem trzeciej rewolucji przemysłowej są okręgi przemysłowe zwane technopoliami. Różnią się one od okręgów przemysłowych poprzedniej fazy rewolucji warunkami lokalizacji i rodzajem dominującej gałęzi przemysłu. Lokalizacja nie jest już uzależniona od rozmieszczenia surowców czy źródeł energii, ale od czystego środowiska, bliskości szkół wyższych czy dostępu do wykwalifikowanej kadry. Trzecia rewolucja charakteryzuje się także rozwojem nowoczesnych technologii. Nastąpiła automatyzacja produkcji przemysłowej z wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnych. Ostat-

nie 10 lat to budowa inteligentnych fabryk z cyber-fizycznymi systemami produkcji, z zanikaniem barier w układzie ludzie – maszyny.

Budownictwo I i II rewolucji przemysłowej

Do najstarszych budowli przemysłowych typu fabrycznego w Polsce należą z pewnością Zakłady Przemysłowe Hipolita Cegielskiego przy ul. Strzeleckiej w Poznaniu, wybudowane w 1859 r. do produkcji lokomobili i zatrudniające ok. 300 pracowników. Obiekty wzniesiono w centrum miasta, ok. 1,5 km od historycznego Starego Rynku. Ówczesni mieszkańcy z dumą patrzyli na dymiące kominy będące świadectwem aktywności polskiego przemysłu w pruskim państwie. Obiekt dyrekcji i hale przemysłowe wzniesiono technikami tradycyjnymi: ściany murowane z cegły, stropy drewniane lub staloceramiczne, więźba dachowa najczęściej drewniana, ale i stalowa, kryta dachówką ceramiczną (fotografia 1).



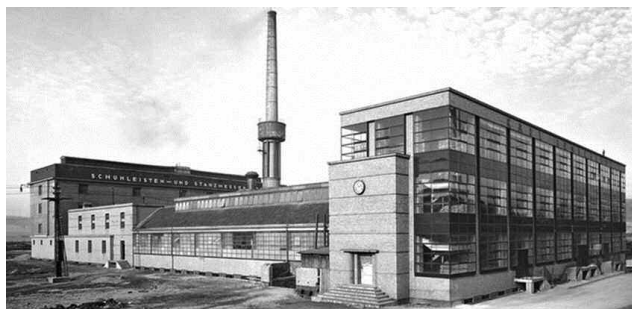
Fot. 1. Zakłady H. Cegielskiego w Poznaniu po 1859 r.

Źródło: pl.wikipedia.org/wiki/Hipolit_Cegielski
Photo 1. H. Cegielski in Poznań after 1859

W początkowych kilkunastu latach XX wieku projektowaniem – jak na owe czasy – nowoczesnych budynków przemysłowych zajęli się architekci, współtwórcy modernizmu – nowego kierunku w architekturze. Prekursorem w kreowaniu nowych tendencji w projektowaniu był z pewnością niemiecki architekt **Walter Gropius**, twórca Bauhausu, ale także **Mies van der Rohe** – wyznawca konstrukturyzmu, **Ernst Neufert** – twórca modularyzacji i prefabrykacji oraz **Le Corbusier**, wy-

¹⁾ Politechnika Poznańska; Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu; jozef.jasiczak@put.poznan.pl

znawca formalizmu w architekturze. Świadectwem nowego nurtu w architekturze, w tym w architekturze przemysłowej, jest fabryka obuwia Fagus (fotografie 2 i 3).



Fot. 2. Fabryka Fagus, fot. z 1911 r.
 Źródło: CC-BY-NC-SA @ Kulturstiftung Sachsen-Anhalt, Kunstmuseum Moritzburg Halle (Saale)
 Photo 2. Fagus Factory, photo from 1911



Fot. 3. Fabryka Fagus – stan obecny, całkowicie szklany narożnik pozbawiony filara
 Źródło: CC-BY-NC-SA @ Kulturstiftung Sachsen-Anhalt, Kunstmuseum Moritzburg Halle (Saale)
 Photo 3. Fagus – current state, completely glass corner without a pillar

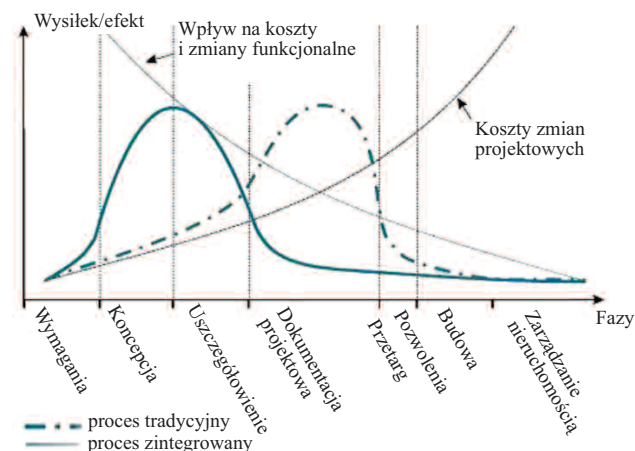
Jest to kompleks dziesięciu zabudowań fabryki kopyt szweskich projektu Waltera Gropiusa w dolnosaksońskim Alfeld. Zabudowania fabryczne zostały wzniesione w latach 1911–1914, a przebudowywane w latach 1918 – 1925 r. wg projektu biur architektonicznych Waltera Gropiusa i Edwarda Wernera współpracujących z Adolfem Meyerem. Zleceniodawcą był przemysłowiec **Carl Benscheidt**. Budynek obejmuje m.in. hale produkcyjne, maszynownię i biurowce. Kompleks w stylu modernistycznym jest symbolem postępu technicznego, a budowla uważana za kamień milowy architektury modernistycznej. Zastosowano tu elementy późniejszego stylu międzynarodowego, m.in. szklane ściany pomiędzy stalowymi filarami (szczególnie duży wpływ wywarł całkowicie szklany narożnik pozbawiony filara).

Współczesne budownictwo przemysłowe

Do końca drugiego tysiąclecia w budownictwie przemysłowym obowiązywało postępowanie ukształtowane wyraźnie w latach 70. XX wieku, a reprezentowane w Polsce przez poglądy zamieszczone w podręczniku Czesława Bąbińskiego [1]. Książka nawiązuje do tendencji światowych oraz przedstawia negatywne dla środowiska skutki uprzemysłowienia. Trudno się z tą diagnozą nie zgodzić, ale wydaje się, że już na etapie projektowania powinno się je eliminować. Stąd od

ok. dziesięciu lat obserwuje się zmianę podejścia w projektowaniu i budowie obiektów przemysłowych. Wykładnikiem tej teorii jest praca Erica Buttermana pt. *5 New Trends in Construction and Building* [2]. Trendy te, które omówię w dalszej części artykułu, są logicznie uzasadnione, a początki ich stosowania obserwuje się także w Polsce.

Kompleksowe, zintegrowane podejście do budownictwa, w tym BIM, czyli modelowanie informacji o budynku – koncepcja, która zrewolucjonizowała podejście do projektowania, realizacji inwestycji i zarządzania budynkiem. Dzięki pracy na jednym modelu, firmy zaangażowane w projektowanie, budowanie i zarządzanie budynkiem mogą znacznie zwiększyć swoją efektywność i zredukować liczbę błędów powstających w całym procesie tworzenia dokumentacji. Korzyści ze stosowania BIM na różnych etapach realizacji obiektów przedstawia zamieszczona na rysunku krzywa Mac Leamy’ego, która pokazuje proces tradycyjny (linia przerywana) i zintegrowany (linia ciągła) w układzie efektywność, koszty w układzie ciągnionym (od projektowania, poprzez budowę i eksploatację), intensywność wydatków na poszczególnych etapach procesu inwestycyjnego. Spektakularnym przykładem przydatności BIM są obiekty Thales Bordeaux zrealizowane w 2016 r. dla przemysłu obronnego [5]. Jest to nowoczesne centrum naukowo-badawcze zatrudniające 2300 pracowników z budżetem rocznym 3 miliardy euro na badania i rozwój, generujące 400 nowych patentów rocznie.



Krzywa Mac Leamy’ego dla modelowania BIM. Efekt, wysiłek, czas wg R. E. Smith [4, 6]
 Mac Leamy’s curve for BIM modeling. Effect, effort, time by R. E. Smith [4, 6]

Materiały. W XX wieku konstrukcje w budownictwie przemysłowym wykonywano przede wszystkim ze stali i żelbetu jako materiałów o bardzo dużej wytrzymałości i trwałości. Pod koniec drugiej połowy ubiegłego stulecia, dzięki inżynierii materiałowej, beton stał się materiałem o niezwykle dużej wytrzymałości, trwałości i odporności na wpływy środowiskowe. Autorem nowej generacji betonów wysokowartościowych był **Pierre Richard**, dyrektor firmy Bouygues, co spowodowało użycie ich w elektrowniach atomowych we Francji. Ogromny postęp zanotowano także w rozwoju innych materiałów budowlanych; powstały wielkogabarytowe klejone konstrukcje drewniane, samonośne stalowe blachy fałdowe, mostowe dźwigi z tworzyw sztucznych, szkło wielokrotnie klejone itp.

Modułowe konstrukcje przestrzenne o różnych możliwościach stosowania. Wyrazicielem takiej tendencji jest książka Prefab Architecture [4], prezentująca możliwości i wyzwania związane z projektowaniem i budowaniem z komponentów, paneli i modułów. Przedstawia wady budowania na miejscu i pokazuje, dlaczego prefabrykacja jest mądrzejszym wyborem. Takie podejście architektów nawiązuje z kolei do projektowania elastycznych systemów produkcyjnych w kontekście zmienności produkcji dostosowywanej do potrzeb rynku [6]. Z procesami takimi mamy do czynienia już w przemyśle samochodowym, stąd nowo wybudowane hale w fabryce Volkswagena posiadają wyposażenie umożliwiające zmianę profili produkcji w ciągu najbliższych dziesiątków lat. Podejście modułowe do produkcji elementów (fotografia 4) obowiązuje także w sukcesywnie oddawanych blokach energetycznych w Opolu.



Fot. 4. Betonowe prefabrykаты przestrzenne do szybkiego łączenia na placu budowy

Źródło: Strona internetowa projektu budowy bloków energetycznych nr 5 i 6 w Elektrowni Opole

Photo 4. Concrete precast elements for quick connection at the construction site

Ekologia, efektywność energetyczna. Problematyka ta jest niezwykle aktualna. Nowe budynki ocenia się w kategoriach *green buildings* (stopniowanie od 1 do 6 gwiazdek, gdzie 6 to budynek uznany za proekologiczny w skali światowej) lub certyfikowanych w systemie LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), w celu zachęcania do budowania energooszczędnych i zasobooszczędnych budynków, w których można żyć zdrowo. Przykładem może być ukończony w 2006 r. pierwszy budynek LEED Platinum w Arizonie (fotografia 5) charakteryzujący się zmniejszonym zużyciem wody, materiałami pochodzącymi z recyklingu i dostępnymi w regionie, bardzo dobrą jakością powietrza w pomieszczeniach oraz wytwarzaniem energii słonecznej na własne potrzeby.

W tym samym kierunku idą przepisy unijne dotyczące budownictwa energooszczędnego i pasywnego. W 2004 r. Parlament Europejski wydał dyrektywę w sprawie wspierania kogeneracji jako metody oszczędzania energii [3]. Kogeneracja,



Fot. 5. Ukończony w 2006 r. pierwszy budynek LEED Platinum w Arizonie

*Źródło: Real Estate/Top 10 LEED certified buildings in Arizona
Photo 5. The first LEED Platinum building in Arizona completed in 2006*

czyli równoczesna produkcja energii elektrycznej lub mechanicznej i ciepła z jednego surowca, np. ropy naftowej, gazu ziemnego lub biomasy, oraz trigeneracja, w której dodatkowo uzyskuje się chłód, to dwie wysoko sprawne technologie energetyczne. Ich wykorzystanie staje się obecnie coraz istotniejszą alternatywą dla energii z publicznej sieci energetycznej, zasilającej zakłady przemysłowe oraz budynki mieszkalne.

Patrząc kompleksowo na budownictwo XXI wieku, należałoby także wykształcić inżyniera „elastycznego”. Pytanie jest tylko takie: czy to ma być w dalszym ciągu człowiek, czy maszyna wyposażona w sztuczną inteligencję. Ale pytanie powraca: kto miałby takie maszyny projektować, programować i kontrolować?

* * *

Budownictwo przemysłowe jest z pewnością odrębną kategorią z racji zajmowanej przestrzeni, skumulowanej technologii, masowej produkcji, ale i masowego powstawania odpadów i zanieczyszczeń. Zachowanie równowagi w przyrodzie jest potrzebą chwili, ale potrzeby energetyczne, produkcyjne i rynek pracy są również ważne.

Literatura

- [1] Bąbiński Czesław. 1972. *Projektowanie zakładów przemysłowych*. Warszawa. WNT. s. 751.
- [2] Butterman Erica. 2013. *5 New Trends in Construction and Building*. American Society of Mechanical Engineers.
- [3] Dyrektywa 2004/8/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 11 lutego 2004 r. w sprawie wspierania kogeneracji w oparciu o zapotrzebowanie na ciepło użytkowe na rynku wewnętrznym energii oraz zmieniająca dyrektywę 92/42/EWG.
- [4] Smith R. E. 2010. *Prefab Architecture: A guide to modular design*. Wiley; 1 edition, s. 400.
- [5] Thales buildings its factory of the future in the Bordeaux region. 01.28.2015. 1 C rue Louis Braille, 35136 Saint-Jacques-De-La-Lande – RENNES.
- [6] Zima Krzysztof. 2012. *Zarządzanie informacjami w zintegrowanej realizacji inwestycji*. ZN WSOWL, 4 (166).

Przyjęto do druku: 28.01.2020 r.

**Artykuły z działów „Autoklawizowany beton komórkowy”,
„Nowoczesna prefabrykacja betonowa”, „Dachy – teoria i praktyka”,
„Bezpieczeństwo pożarowe w budownictwie” i „Akademia BIM”**

**są w otwartym dostępie na
www.materiałybudowlane.info.pl**