

# Architektura i przemysł

## Część 1: lokalizacja i zasady

dr hab. inż. arch. Marcin Brzezicki  
Wydział Architektury, Politechnika Wroclawska

Obecnie projektowanie budynków przemysłowych stanowi dziedzinę rzemiosła architektonicznego, która wymaga szerokiej wiedzy i dużych kompetencji. Wymagania te wynikają z tego, że w realizowanym obiekcie należy jednocześnie spełnić wiele wymogów: technologicznych, branżowych oraz wynikających z przepisów budowlanych. Rozpoczynamy na łamach „Buildera” nowy cykl publikacji poświęcony projektowaniu budynków przemysłowych.

Architektura przemysłowa jest stosunkowo młodą dziedziną projektowania architektonicznego, która ma swój początek w erze rewolucji przemysłowej przełomu wieków XVIII i XIX. Przełom w technikach budowlanych, przede wszystkim w systemach konstrukcyjnych, spowodował, że architektura przemysłowa ewoluowała w kierunku niezależności. Doprowadziło to do wytworzenia autonomicznych form i technik budowlanych, wynikających z dążenia do optymalizacji kosztów i skrócenia czasu budowy. Przyjęty wówczas algorytm kształtowania obiektów przemysłowych w zdecydowanej większości przypadków stosowany jest do dziś.

### Lokalizacja

Podstawowym zagadnieniem w projektowaniu obiektów architektury przemysłowej – podobnie jak w przypadku pozostałych obiektów budowlanych – jest lokalizacja. Decyzja o niej podejmowana jest przez inwestora lub jego służby, które szczegółowo analizują dostępne możliwości budowy zakładu przemysłowego. Na proces ten wpływają różne czynniki. Zgodnie z najnowszymi badaniami ankietowymi prowadzonymi wśród przedsiębiorców czynniki te, w kolejności ważności, są następujące: bliskość rynku zbytu, koszty prowadzenia działalności gospodarczej, dostępność siły roboczej, dostępność terenów inwestycyjnych, infrastruktura transportowa i możli-

wość pozyskania odpowiedniego zaopatrzenia [6, s. 78, ryc. 2]. Przedsiębiorcy najczęściej korzystają z ofert inwestycyjnych gmin, które przygotowują tereny pod zabudowę przemysłową oraz uchwalają odpowiednie zapisy w MPZP. Oferty te są powszechnie dostępne w internecie, a przedsiębiorcy poszukujący działki korzystają często z tzw. wyszukiwarek planów MPZP. Praktyka ostatnich 25 lat pokazuje wyraźnie, że na decyzje inwestorów bardzo istotny wpływ ma również pomoc publiczna przydzielana w formie zwolnień podatkowych przyznawanych w początkowym okresie działania lub przy zatrudnieniu odpowiedniej liczby pracowników. Takie możliwości oferują Specjalne Strefy Ekonomiczne.

Architektura przemysłowa wymaga specyficznych form organizacji przestrzennej. Najbardziej powszechną formą inwestycyjną jest budowa niezależnego, wolno stojącego zakładu produkcyjnego lub budynku magazynowego na wydzielonej działce, tzw. greenfield investment. Ze względu na ewentualną uciążliwość zakładów przemysłowych powszechnie są różne formy koncentracji w postaci: parków przemysłowych (zgrupowania zakładów przemysłowych), parków technologicznych (zgrupowania zakładów przemysłowych i jednostek badawczych, służące do promowania i wdrażania najnowszych technologii [8, s. 16]) lub szczególnie popularnych wśród start-upów inkubatorów przedsiębior-

Fot. 1. Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów w Krakowie. Autorzy projektu: arch. Bogusław Wowrzeczka (Manufaktura nr 1), arch. Michał Teller (Teller Architekci), arch. Jakub Baczyński (Prochem S.A.), arch. Filip Łapiński (Łapiński Architekci)



Współcześnie wyraźnie dostrzega się dwa trendy. Pierwszy, w którym bryła budynku podporządkowana jest potrzebom procesu produkcyjnego, a w wielu wypadkach stanowi wręcz obudowę wielkogabarytowej technologii, pełni jedynie funkcję osłonową. Takie rozwiązania stosowane są w obiektach przemysłu ciężkiego, hutach, cementowniach czy np. elektrowniach.

czości (instytucje oferujące niewielkie powierzchnie biurowe i produkcyjne dla firm rozpoczynających działalność, np. na 24 miesiące). Koncentracja zakładów przemysłowych pozwala również na optymalizację kosztów budowy obsługi transportowej oraz uzbrojenia terenu. Przy lokalizacji zgrupowań zakładów bierze się również pod uwagę kwestie fizjograficzne: np. ukształtowanie terenu lub – szczególnie ważny przy lokalizacji w pobliżu osiedli mieszkaniowych – przeważający kierunek wiatrów.

Koncentracja przemysłu wiąże się także z określonymi negatywnymi konsekwencjami. Lokalizacja miejsc pracy w strefach podmiejskich zwiększa tranzyt

z osiedli mieszkaniowych, ruch samochodowy i powoduje konieczność zapewnienia dodatkowych połączeń komunikacji miejskiej. Istotną część terenu fabryki zostaje przeznaczona na parking samochodowy (np. należy pamiętać, że na parkingu powinno być miejsce dla samochodów pracowników dwóch zmian, ponieważ pracownicy zmieniają się przy maszynach, a nie na parkingu!). Te negatywne zjawiska zostały dostrzeżone i obecnie widoczna jest tendencja tzw. reindustrializacji [7], czyli powrotu nieuciążliwego przemysłu do centrów miast. Dokonuje się on szczególnie w tych częściach, w których poprzednio znajdowały się zgrupowania zakładów przemysłowych, i często obejmu-

je rewitalizację istniejącej już tkanki budowlanej. Zjawisko to ma miejsce szczególnie w odniesieniu do rozwoju sektora high-tech w obszarach miejskich [2, s. 46], co jednocześnie zapewnia dopływ wysoko wykwalifikowanej siły roboczej.

#### PZT

Szczegółowe decyzje dotyczące lokalizowania budynku na działce podejmowane są na etapie przygotowywania Projektu Zagospodarowania Terenu, dokumentu, na którego podstawie jednostki samorządu terytorialnego wydają pozwolenie na budowę. PZT precyzuje lokalizację budynku, wytycza trasy dróg zewnętrznych i wewnętrznych dopasowanych do obsługi trans-

portu wielkogabarytowego typu TIR, wytycza ogrodzenie terenu oraz ciągi piesze. PZT określa miejsca wejść do budynków. W większości przypadków inwestorzy podejmują decyzję o ogrodzeniu całej działki, stosowane jest także wydzielenie strefy zamkniętej (hala, magazyn + strefa dostaw) oraz otwartej (administracja, wejście główne, parkingi dla pracowników). Uwaga! Budynki przemysłowe, ze względu na przeznaczenie i sposób użytkowania, zaliczone zostały do kategorii PM. Paragraf § 271 Warunków Technicznych [3] uzależnia odległość między budynkami PM oraz PM i ZL, a także odległość granicy działki od gęstości obciążenia ogniowego  $Q$ , parametru określającego całkowitą energię, jaka może zostać wytworzona przy spaleniu zgromadzonych w pomieszczeniu materiałów (surowców i/lub produktów). Parametr ten może w znaczny sposób wpłynąć na odległość między budynkami (odległość nawet do 20 m) lub budynkiem a granicą działki, więc należy go przyjąć na etapie projektowania w porozumieniu z rzeczoznawcą przeciwpożarowym. Przy projektowaniu PZT gęstość obciążenia ogniowego wpływa także na konieczność zapewnienia odpowiednio zaprojektowanych dróg pożarowych obsługujących budynek, które w razie wystąpienia sytuacji awaryjnej mają zapewnić dojazd służb ratowniczych. W przypadku budynków przemysłowych, z wyłączeniem sytuacji szczególnych, najczęściej drogę pożarową o szerokości 4 m lokalizuje

Przy lokalizacji zgrupowań zakładów bierze się pod uwagę kwestie fizjograficzne: np. ukształtowanie terenu, lub – szczególnie ważny przy lokalizacji w pobliżu osiedli mieszkaniowych – przeważający kierunek wiatrów.



się w odległości minimum 5 m od budynku, przy zewnętrznym promieniu łuku wynoszącym 11 m. Szczegóły w [4].

### Zasady kształtowania budynku

Kształtowanie budynku przemysłowego w sposób zasadniczy zależy od gabarytów urządzeń technologicznych i produkcyjnych. Współcześnie wyraźnie dostrzega się dwa trendy.

Pierwszy, w którym bryła budynku podporządkowana jest potrzebom procesu produkcyjnego, a w wielu wypadkach stanowi wręcz obudowę wielkogabarytowej technologii, pełni jedynie funkcję osłonową. Takie rozwiązania stosowane są w obiektach przemysłu ciężkiego, hutach, cementowniach czy np. elektrowniach. Tam elementy technologiczne (piece, młyny, komory spalania, kominy itp.) dominują nad formą architektoniczną. Istnieje wiele przykładów udanej estetycznej obudowy wielkogabarytowych urządzeń technologicznych (np. Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów w Krakowie – Nagroda SARP 2015 roku – czy Thermische Abfallbehandlung w Norymberdze), p. fot. 1.

Drugi wyraźnie dostrzegalny trend to tworzenie uniwersalnych przestrzeni produkcyjnych (tzw. przekształcalnych lub elastycznych – homogeniczna ku-

batura równomiernie nasycona mediami instalacyjnymi [1]), które są przygotowane do zainstalowania czy pomieszczenia dowolnych małogabarytowych linii i urządzeń produkcyjnych (tokarek, wtryskarek, sortowni itp.). Budynek przekształcalny umożliwia wymianę poszczególnych elementów składowych w zależności od aktualnych wymogów funkcjonalnych [1, s. 64]. Trend ten jest wyraźną odpowiedzią na zapotrzebowanie przedsiębiorców, którzy często zmieniają strategię działania firmy, dostosowując się do potrzeb rynku. Hale tego typu cechują: duża rozpiętość konstrukcji, wysokie nasycenie sieciami instalacyjnymi, możliwość łatwego montażu i demontażu urządzeń, łatwy dostęp i zapewnienie stabilnych warunków mikroklimatycznych (temperatura odpowiednia do typu produkcji), p. fot. 2.

Większość realizowanych budynków to obiekty o zestandaryzowanych szkieletowych systemach konstrukcyjnych i obudowie (w technologii tzw. lekkiej obudowy), realizowane w krótkim czasie (nawet kilku miesięcy) i z możliwością ewentualnej łatwej modyfikacji, rozbudowy lub nawet przeniesienia w całości. Architektonicznie trend ten zdominowany jest przez obiekty stypizowane (niektóre prefabrykowane systemy hal dostępne są

Badacze trendów dostrzegają „czwartą rewolucję przemysłową”, czyli produkcję całkowicie zdigitalizowaną, skomputeryzowaną; tzw. internet rzeczy.

wręcz na telefon), choć właśnie przy realizacji uniwersalnych hal zdarzają się budynki wybitne, o wysokich walorach architektonicznych (więcej o tym w części 3. cyklu).

Oprócz powyższego, podstawowym parametrem, który warunkuje organizację wnętrza budynku, jest również cyrkulacja rozważana na wielu płaszczyznach: surowców, produktów i pracowników oraz mediów (rozumianych jako nośniki energii, woda, sieci informatyczne). Podczas projektowania niezbędne jest jednoczesne rozważanie dróg, jakie pokonują: surowce (od dostawy do miejsca przetwarzania na linii produkcyjnej), produkty gotowe (od miejsca przetwarzania na linii produkcyjnej, przez magazyn, do wysyłki), pracownicy (od kontroli dostępu, przez szatnie, do miejsca pracy) oraz tras transportu i sieci. Ten etap projektowania rządzi się prawami ergonomii procesu pro-

dukcji i prowadzi do wyeliminowania zbędnych przebiegów transportowych i pracowniczych, niebezpiecznych skrzyżowań oraz optymalizacji przestrzennej przebiegu procesu produkcji, p. schemat 1.

Istotne jest, aby czynniki zewnętrzne (kształt działki, obsługa komunikacyjna, podział terenu na strefy) były analizowane równocześnie z czynnikami wewnętrznymi (sposób dostawy i składowania surowców lub produktów, kształt i potrzeby linii produkcyjnej, liczba pracowników), które wpływają na kształtowanie budynku. Taki sposób planowania jest niezbędny, aby uzyskać odpowiednie powiązanie budynku z otoczeniem, obsługę komunikacyjną i techniczną. Zaznaczone na załączonym schemacie etapy C1 oraz C2 powinny zachodzić równocześnie, p. schemat 1.

Zakłady przemysłowe są obiektami wielofunkcyjnymi, które ze względu na specyfikę działania zawierają części pełniące różne funkcje. Na podstawie analiz przeprowadzonych na poprzednim etapie projektant podejmuje decyzje dotyczące rozmieszczenia poszczególnych stref funkcjonalnych w rzucie budynku. Podstawową strefą jest strefa produkcyjna, która – w zależności od przyjętej lub założonej technologii produkcji – w większości wypadków znaj-

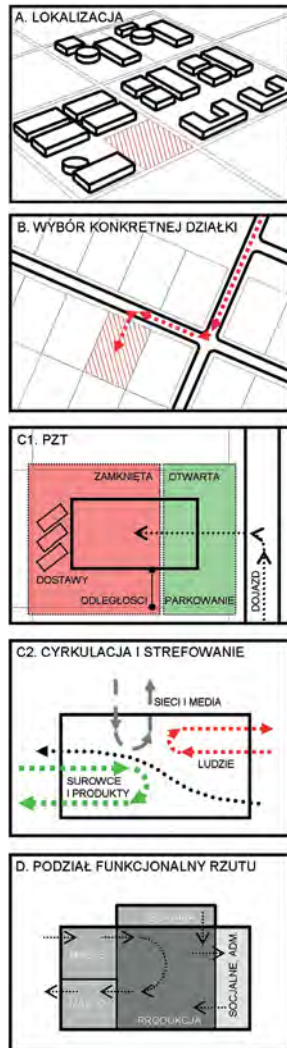
Drugi wyraźnie dostrzegalny trend to tworzenie uniwersalnych przestrzeni produkcyjnych (tzw. przekształcalnych lub elastycznych – homogeniczna kubatura równomiernie nasycona mediami instalacyjnymi), które są przygotowane do zainstalowania czy pomieszczenia dowolnych małogabarytowych linii i urządzeń produkcyjnych (tokarek, wtryskarek, sortowni itp.).



Fot. 2. Zakład produkcyjny firmy JanTom Sp. z o.o. Wnętrze hali szwalni

duje się w centrum założenia i obudowana jest strefami ją obsługującymi. Należą do nich:

- strefa magazynowa, która pośredniczy w dostarczaniu surowców i wysyłce produktów gotowych. Strefa magazynowa bezpośrednio przylega do placu manewrowego dostosowanego gabarytami do założonego w projekcie środka transportu (np. przyjmuje się 12-metrowy promień skrętu dla 18-metrowego samochodu typu TIR). W wielu wypadkach plac manewrowy zostaje obniżony w stosunku do posadzki magazynu, tak aby poziomy posadzki i poziom skrzyni ładunkowej samochodu zostały zrównane. Pozwala to np. na załadunek samochodów przy użyciu wózków widłowych operujących w magazynie, bez konieczności pokonywania różnicy poziomów.
- strefa techniczna, zawierająca urządzenia niezbędne do funkcjonowania samego budynku oraz niektóre technologiczne. W tej strefie lokalizowane są kotłownie, stacje transformatorowe, agregaty chłodnicze, wytwornice pary, wentylatornie. W strefie technicznej znajduje się także pomieszczenie przyłączy, w którym wewnątrz sieci mediów zostają przyłączone do sieci zewnętrznej. W wielu wypadkach strefa techniczna projektowana jest jako osobna strefa pożarowa (taki wymóg dotyczy np. kotłowni).
- strefa socjalna zawiera pomieszczenia dla pracowników, szatnie oraz umywalnie. Rodzaj pomieszczeń oraz ich układ funkcjonalny zależne są od stopnia zabrudzenia pracowników przy wykonywanej pracy (więcej na ten temat w części 2.). Wielkość strefy zależy od liczby osób na najliczniejszej zmianie. Jadalnie oraz toalety także są częściami strefy socjalnej zakładu pracy. W układzie funkcjonalnym zakładu strefa socjalna pełni funkcję służy, która oddziela część zewnętrzną (publiczną) od strefy produkcyjnej.



**Schemat 1. Zasady kształtowania budynków przemysłowych przedstawione w pięciu schematycznych krokach od A do D. Etapy C1 oraz C2 powinny zachodzić równocześnie**

- strefa administracyjna mieści pomieszczenia biurowe, pomieszczenia pracowni projektowych, przygotowania produkcji, a także księgowość i część socjalną dla pracowników biurowych. W wielu rozwiązaniach architektonicznych część ta znajduje się na działce w strefie ogólnodostępnej (otwartej) i jest wyróżniona formalnie (wybudowana w innej technologii, innym standardzie lub np. ma większą liczbę kondygnacji). Prawidłowo przeprowadzone strefowanie funkcjonalne zakładu produkcyjnego pozwala na płynny przebieg procesu produkcji, zwiększa efek-

tywność pracowników i zmniejsza koszty działalności zakładu przemysłowego, przy jednoczesnej możliwości rozwoju i wchłaniania coraz nowszych rozwiązań technologicznych.

## Przemysł wysokich technologii, czwarta rewolucja przemysłowa

Do prawidłowego funkcjonowania gospodarki niezbędne jest prowadzenie działalności gospodarczej o różnym stopniu skomplikowania procesu produkcyjnego (od montowni po przemysł tzw. wysokiej technologii). Obecnie wyraźnie podkreśla się znaczenie dziedzin innowacyjnych, o dużym zaawansowaniu technologicznym; firm sektora tzw. emerging industries (biotechnologicznych, spożywczych, komputerowych). Przedsiębiorstwa high-tech są wydajne i konkurencyjne, pobudzają wzrost eksportu i zwiększenie poziomu zaawansowania technologicznego w całej gospodarce [2, s. 46]. Tworzą również miejsca pracy dla wysoko wykwalifikowanej kadry, racjonalizują koszty i sprzyjają nawiązywaniu kontaktów między nauką a przemysłem. Choć wybór technologii i dziedziny działalności produkcyjnej należy do prerogatywy inwestora, w wielu europejskich krajach istnieją programy wsparcia dla przedsiębiorców, którzy inwestują w przemysł wysokich technologii. Badacze trendów dostrzegają wręcz „czwartą rewolucję przemysłową” [5], czyli produkcję całkowicie zdigitalizowaną, skomputeryzowaną; tzw. internet rzeczy (ang. internet of things), gdzie każdy fizyczny przedmiot ma swoją reprezentację w sieci. Procesy produkcyjne w takich jednostkach oparte są na technikach indywidualnego wytwarzania (frezowanie 3D, drukowanie 3D), a obieg surowców i produktów gotowych jest ściśle monitorowany i optymalizowany. Jakkolwiek powszechne funkcjonowanie takich jednostek jest kwestią przyszłości, to niewątpliwie warto bacznie obserwować nowe trendy.

## Literatura:

- [1] Baborska-Narozny M., Brzezicki M., *Estetyka i technika w architekturze przemysłowej: wybrane problemy na przykładach z lat 1985–2005*, Wrocław, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2008.
- [2] Rostek K., Skala A, Differentiating Criteria for High-Tech Companies. „Management and Production Engineering Review”, 5(4), 2014, s. 46–52.
- [3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690.
- [4] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 lipca 2009 r. w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych, Dz.U. 2009 nr 124 poz. 1030.
- [5] Schwab K., *The Fourth Industrial Revolution*, World Economic Forum, 2016.
- [6] Szymańska A.I., Płaziak M., *Klasyfikacyjne czynniki w procesie lokalizacji przedsiębiorstwa na wybranych przykładach*, „Przedsiębiorczość – Edukacja” 2014, nr 10, s. 71–84.
- [7] Westkämper E., *Towards the Re-Industrialization of Europe: A Concept for Manufacturing for 2030*, Springer Science & Business Media, 2013.
- [8] Włosowicz R., Wowrzeczka B., Wręczycki Z., *Parki technologii. Uwarunkowania, geneza powstania i rozwoju*, „Architectus” 1998, Nr 1–2(3–4), s. 115–130.

## Abstrakt

The article presents an overview of the stages of industrial building design; from the stage of site selection to the separation of functional zones within the building. The paper briefly presents specific forms of spatial organization of factory buildings: industrial and technological parks and business incubators. In the chapter dedicated to the principles of factory building design the main influencing factors that affect the separation of functional zones are characterized (e.g. circulation of raw materials, goods and workforce) and then, these zones are briefly described.

**Keywords:** industrial architecture, factory design, building plan zoning ■