

# Systemy rozwiązań obiektów przemysłowych jako wzór rozwiązań dla budynków użyteczności publicznej

## Część 1. Systemowość rozwiązań obiektów przemysłowych



dr inż. arch.  
**MARCIN GONCICKOWSKI**  
Politechnika Warszawska  
Wydział Architektury  
ORCID: 0000-0003-3848-2810

Jedną z cech typologicznych architektury współczesnych obiektów przemysłowych jest wielopoziomowa systemowość rozwiązań. Pod tym względem budynki przemysłowe określane są jako zbiór lub system systemów. Systemy współczesnych obiektów przemysłowych można podzielić na hardware systems: systemy fizyczne oraz software systems: systemy logiczne.

### Wstęp

Koncepcja budynku jako systemu jest relatywnie nowa w nauce i szczególnie silnie uwiadacza się w obiektach przemysłowych. Jej zaletą jest przejrzystość możliwej analizy składowych budynku, ich wzajemnych relacji i finalnego działania systemu w kontekście środowiska oraz użytkownika. Jednocześnie pozwala wyodrębnić składowe obiektów budowlanych i prześledzić wzajemne relacje ich rozwiązań pomiędzy różnymi typami budynków. Niniejsza praca jest poświęcona analizie systemów architektury obiektów przemysłowych pod kątem uściślenia ich definicji oraz, w drugiej części, sprawdzenia, jaka jest relacja pomiędzy nimi a rozwiązaniami obiektów użyteczności publicznej. Podstawą pracy jest przegląd i analiza literatury specjalistycznej oraz zbadanie przypadków charakterystycznych obiektów przemysłowych.

Współczesne źródła podejmujące problematykę naukowej metodologii projektowania zakładów przemysłowych przyjmują pogląd, że stanowią one „systemy struktur” [1], [2]. Na przykład jak podaje [1], zakłady przemysłowe można traktować jako wielkie systemy składające się z podsystemów (struktur) i funkcji. W ujęciu [2] wszystkie budynki są traktowane jako systemy systemów, które dzielone są na systemy fizyczne: *hardware systems* i systemy logiczne: *software systems* (w ujęciu [1] odpowiednio: podsystemy (struktury) oraz funkcje (relacje)). Systemy organizowane są na różnych poziomach według organizacji mającej wewnętrzną składnię, która organizuje je wewnątrz oraz or-

ganizuje relacje między nimi ([2], s. 20–25: *System as Grammar*).

Mimo że podsystemy przemysłowe w ramach kategoryzacji można ujednociać do katalogu powtarzalnych rozwiązań, obiekty jako systemy całościowe są faktycznie jednostkowe, gdyż wynikają każdorazowo z odmiennych potrzeb ekonomicznych i lokalizacji oraz są efektem pracy twórczej ukierunkowanej na powstanie obiektu odpowiedniego dla przeznaczenia, czasu powstania i miejsca realizacji.

### Hardware systems – systemy fizyczne obiektów przemysłowych

Można wyróżnić następujące podstawowe systemy fizyczne, które występują w obiektach przemysłowych:

- **Systemy przegród zewnętrznych.** Będące granicą pomiędzy środowiskiem przestrzeni wewnętrznej oraz zewnętrznej obiektów. Stanowią je ściany, dachy, podłogi zewnętrzne wraz z systemami przegród skłonnych. Oprócz formalnych kryteriów fizycznych: nośności/sztywności, izolacyjności (głównie termicznej, słonecznej, akustycznej i stopnia szczelności), odpowiadają one za relacje niewymierne pomiędzy wnętrzem a zewnątrz stanowiące o poczuciu stopnia otwartości obiektów [3, s. 196–202], [4].
- **Systemy konstrukcji.** Stanowią gwarancję równowagi statycznej obiektów wobec działania siły grawitacji i obciążeń dynamicznych. Funkcjonalnie mają za zadanie:

- przenosić obciążenie do stabilnego podłoża przez fundamenty, stopy, płyty, wzmocnienia, jak np. słupy, pale, bary;
- stanowić podporę pionową przekryć przez np. słupy, ściany, łuki, membrany;
- przekrywać konstrukcyjnie rozpiętości przez belki, płyty, kratownice, płatwie, łuki, ramy, kopuły, membrany wraz z kabloowaniem, membrany pneumatyczne;
- usztywniać wobec działania sił poziomych.
- **Systemy obsługi** – systemy mediów (w zakresie instalacji sanitarnych, elektroenergetycznych, teletechnicznych i innych) mają za zadanie zapewnienie na potrzeby środowiska przebywania ludzi instalacji wody ciepłej i zimnej, odbioru ścieków sanitarnych oraz deszczowych, dostarczenie energii elektrycznej, kontrolę parametrów powietrza przez systemy wentylacji i klimatyzacji.
- **Systemy obsługi procesów.** Systemy zapewniające właściwe warunki prowadzenia procesów [1] pod względem: energetycznym (np. dostawa, często z podsystemem odbioru nośników energii: elektrycznej, sprężonego powietrza, pary pod ciśnieniem, gazów opałowych, gazów schładzających, paliw) oraz kontroli mikroklimatu i środowiska procesu (instalacje wentylacji, ogrzewania, schładzania i kontroli wilgotności, instalacje usuwania pyłu i gazów).
- **Systemy obsługi – systemy sterowania.** Systemy bezpieczeństwa: systemy alarmowe, usuwania dymu i systemy sterowania bezpieczeństwem oraz systemy

sterowania, koordynacji działania, łączności sieciowej z innymi obiektami systemu przemysłowego.

**Systemy obsługi – systemy transportu.** Systemy transportu mechanicznego ludzi (pojazdy, podnośniki, windy, schody i chodniki ruchome), systemy transportu wewnętrznego (tzn. ograniczonego do terenu obiektu) surowców, półproduktów oraz produktów, stanowiące niekiedy kluczowe systemy obiektów przemysłowych.

Charakterystyka systemów transportu wewnętrznego obiektu przemysłowego może być porządkowana pod względem: nośności, przedmiotu transportu oraz rytmu [5, s. 145–181], [6, s. 26–44].

Dodatkowo komponentem systemu transportu może być system sterowania oraz system magazynowania procesowego.

System transportu jest układem, który istotnie wpływa na architekturę obiektów przemysłowych.

Wszystkie ww. systemy obsługi mogą mieć różny stopień automatyki oraz rozdzielny lub łączony system sterowania, realizowany w chwili obecnej, zintegrowanej jako system zarządzający obiektem BMS.

**– Systemy wnętrza obiektu przemysłowego.**

W ujęciu [2, s. 43–47] wnętrze obiektu jest złożonym systemem zawierającym wydzielone funkcjonalne organizujące obiekt, np. na części komunikacyjne, użytkowe, produkcyjne i pomocnicze, wykończenia przegród, wyposażenie techniczne, np. oświetlenie, zabezpieczenia akustyczne.

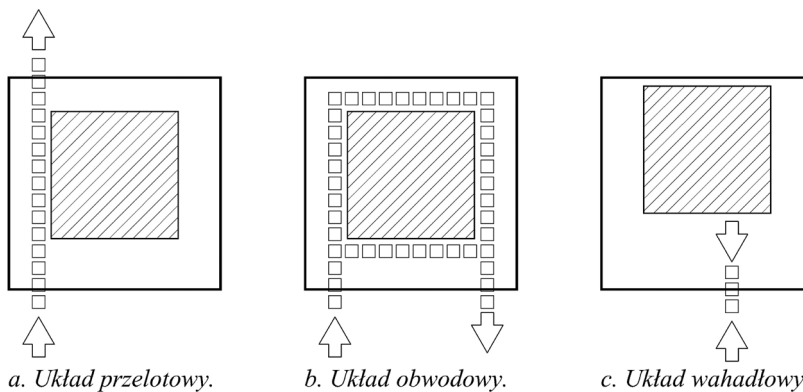
W ramach struktury funkcjonalnej system ten jest z reguły hierarchicznie organizowany pod względem: strefowania termicznego, nasłoneczniania, kontroli warunków akustycznych oraz innych uciążliwości procesu stopnia dostępności.

**Software systems – systemy logiczne obiektów przemysłowych**

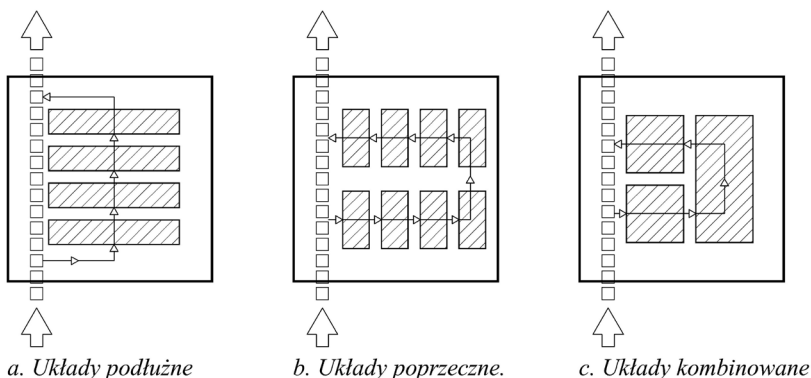
Software systems – systemy logiczne obiektów przemysłowych są tu rozumiane jako strategie sposobu wzajemnej organizacji systemów fizycznych obiektu przemysłowego. Wśród nich można wyróżnić:

**– Systemy organizacji procesów w obiektach przemysłowych.** Są to rozwiązania funkcjonalno-przestrzenne obiektów przemysłowych rozumiane tu jako logiczne relacje pomiędzy systemami fizycznymi, podporządkowane efektywnemu rozwiązaniu prowadzenia procesu przemysłowego. Podstawą rozwiązań funkcjonalno-przestrzennych jest organizacja całości procesu na danym terenie – od miejsc wejścia transportu zewnętrznego (i jego rodzaju) – do miejsc wyjścia.

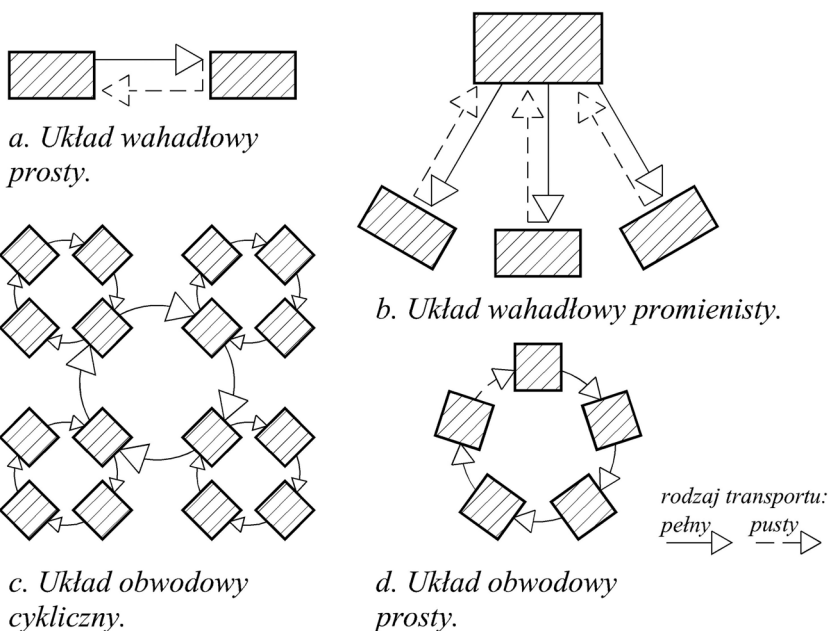
W zależności od organizacji wejścia do/wyjścia transportu zewnętrznego z sytemu



Rys. 1. Schematy głównej organizacji transportu zewnętrznego (oprac. aut.)



Rys. 2. Schematy kierunków organizacji procesu w odniesieniu do transportu zewnętrznego (oprac. aut.)



Rys. 3. Schematy kierunków organizacji procesu w odniesieniu do transportu wewnętrznego (oprac. aut.)

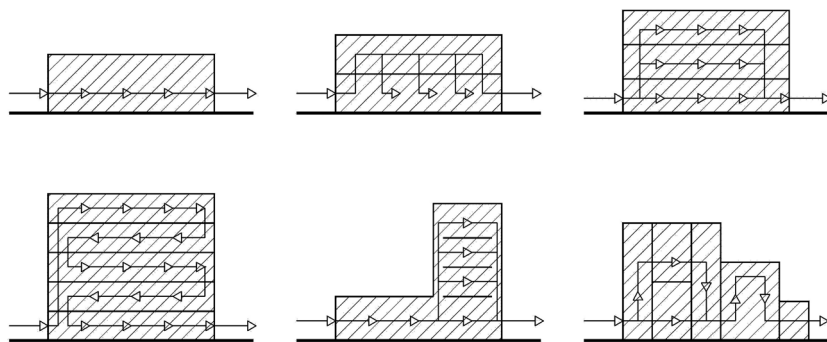
układy mogą mieć charakter przelotowy, obwodowy, wahadłowy.

W zależności od kierunku organizacji procesu do kierunku transportu zewnętrznego można wyróżnić z kolei układy: podłużne, poprzeczne, kombinowane.

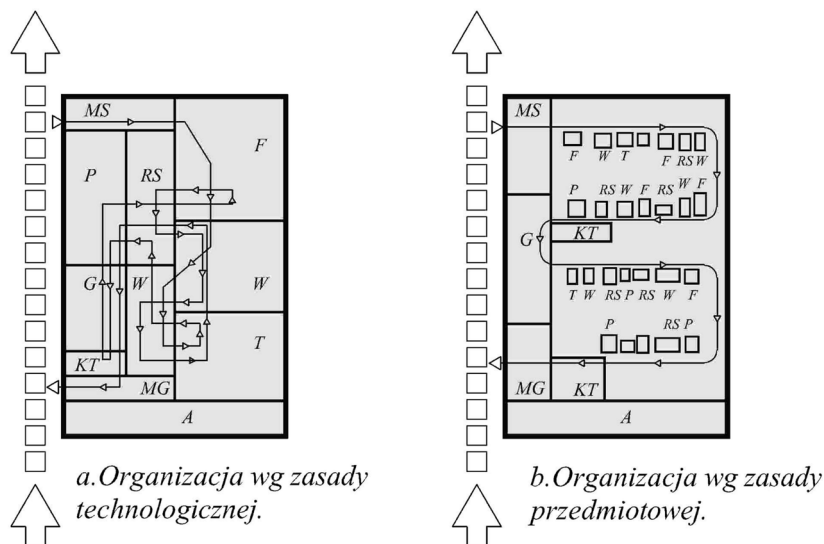
Podstawowymi modelami organizacyjnymi transportu wewnętrznego są: model wa-

hadłowy i model promienisty, rozbudowywane do modeli promienistych oraz cyklicznych.

Obiekty jednokondygnacyjne wykazują większą elastyczność w organizacji procesu: wszędzie, gdzie konieczna jest – technologicznie lub ze względu na uwarunkowania lokalizacyjne – pionowa organizacja procesu, sposób jej prowadzenia wpływa zasad-



Rys. 4. Przykładowe schematy przekrojowe kierunków organizacji procesu wewnątrz wielkondygnacyjnego obiektu przemysłowego (oprac. aut.)



Legenda:  
A-administracja, MS-magazyn surowców, KT-kontrola techniczna, MG-magazyn wyrobów gotowych, P-plukanie, G-galwanizernia, RS-roboty ślusarskie, W-wiercenie, F-frezowanie, T-toczenie.

Rys. 5. Zasada technologiczna i przedmiotowa organizacji (oprac. aut. na podst. [6])

nicho na rozwiązania architektoniczne obiektów przemysłowych.

**- System organizacji pracy i produkcji w obiektach przemysłowych.**

Z uwagi na ciągłość i rytm produkcji procesów rozróżnia się współcześnie podział na pracę: potokową ciągłą, zsynchronizowaną, produkcję potokową niesynchronizowaną, produkcję zmienno-potokową.

W ramach organizacji systemów podziału typów pracy nakłada się wymagania dla:

- rodzajów technologii podprocesów (technologiczna zasada organizacji, która polega na grupowaniu jednostek stosujących daną technologię),
- kolejności czynności w czasie (przedmiotowa zasada organizacji, która polega na wykonywaniu kolejnych przetworzeń produktu zgodnie z określoną kolejnością).

Pod względem kryterium organizacji pracy [7] podaje następujące systemy organizacji pracy procesu przemysłowego: indywidualnych stanowisk pracy, wyizolowanych stanowisk pracy w linii produkcyjnej, zacieśnionej linii produkcyjnej, podzespołów w linii pro-

dukcyjnej, podzespołów poza linią produkcyjną, systemów zintegrowanych.

Wybór organizacji pracy istotnie wpływa na założenia funkcjonalne kształtowania budynku przemysłowego.

**- System wzajemnej koordynacji systemów fizycznych obiektu przemysłowego.**

Koordynację stanowią sposoby zaprojektowania systemów fizycznych w odniesieniu do siebie w taki sposób, aby każdy z nich funkcjonował w ramach całości systemu, w którym dąży się do optymalizacji. Podstawą koordynacji jest poprawne działanie każdego z systemów fizycznych.

Kryteriami optymalizacji koordynacji jest efektywność materiałowa (dążenie do użycia optymalnej ilości środków), przestrzenna (dążenie do optymalnego wykorzystania projektowanej przestrzeni), czasowa (dążenie do optymalnego czasu realizacji jako odwrotności stopnia złożenia systemu), użytkowa (umożliwienie serwisowania każdego systemu podczas eksploatacji oraz stopień podatności rozwiązań na adaptację i zmiany w przyszłości).

Rozwiązania systemu wzajemnej koordynacji w danym projekcie są efektem przyjęcia lub wypadkową jednej z dwóch strategii: wydzielenia systemów i integrowania systemów.

Wydzielanie systemów fizycznych polega na projektowaniu i budowie obiektów składających się z maksymalnie niezależnych komponentów, które postrzegane są jako elementy oddzielne, wykonujące autonomicznie swoje zadania w systemie.

Integrowanie systemów fizycznych polega na projektowaniu i budowie obiektów, których celem jest synergia działania systemów fizycznych obiektu.

Według [2, s. 4] integrowanie odbywa się w trzech wymiarach:

- w integrowaniu przestrzennym, w którym określa się miejsca elementu przeznaczone na działanie lub umieszczenie odpowiednich komponentów systemów;
- w integrowaniu wizualnym: systemy integrowane są w taki sposób, aby stawać się nowymi środkami wyrazu;
- w integrowaniu działania, które ma dwa wymiary: statyczny – w którym jeden element jest tak projektowany, by należał do kilku systemów, oraz dynamiczny – w którym systemy, mimo że ich elementy są rozdzielne, współdziałają ze sobą w ramach większej całości w interaktywnym odniesieniu do zmieniających się warunków: np. warunków klimatycznych, pory dnia, roku, ilości użytkowników oraz ich aktywności.

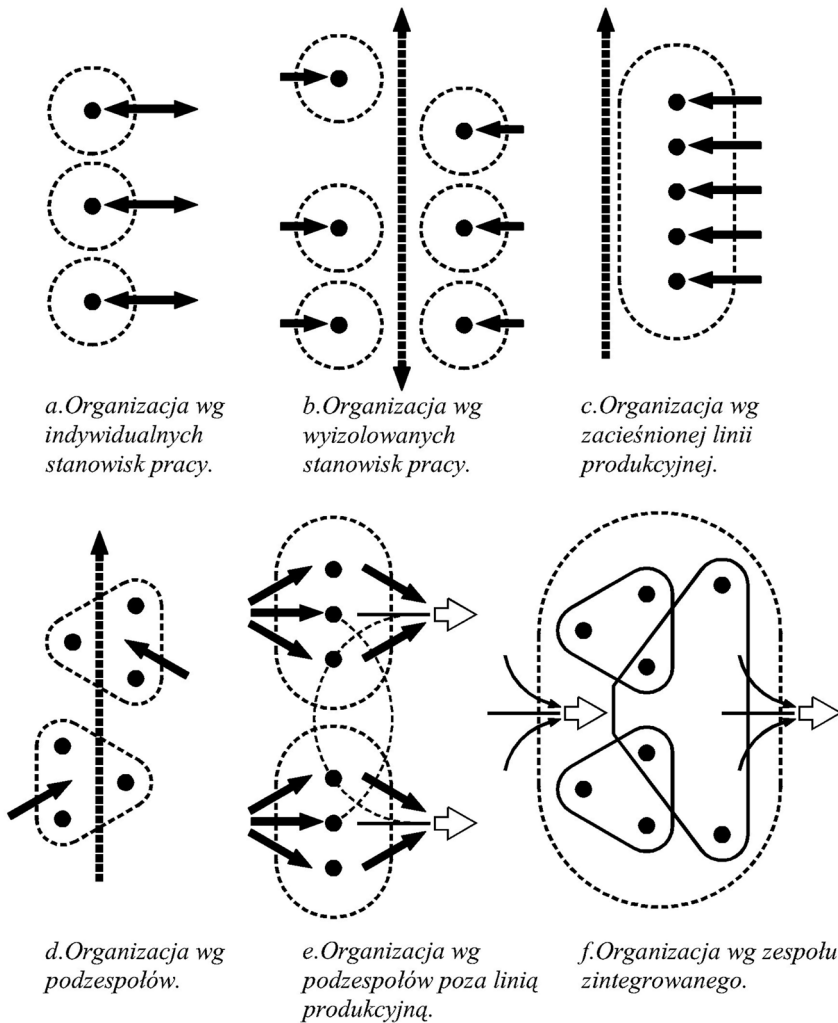
Na podstawie współczesnych realizacji można zauważyć, że w budowanych obecnie obiektach przemysłowych wyposażonych w komplet fizycznych systemów sterowania ich zintegrowanie dynamiczne jest w chwili obecnej standardem.

Obydwie strategie koordynacji elementów systemów – czyli wydzielenie lub integracja – mogą odbywać się na różnych poziomach obiektu. Na przykład może nastąpić:

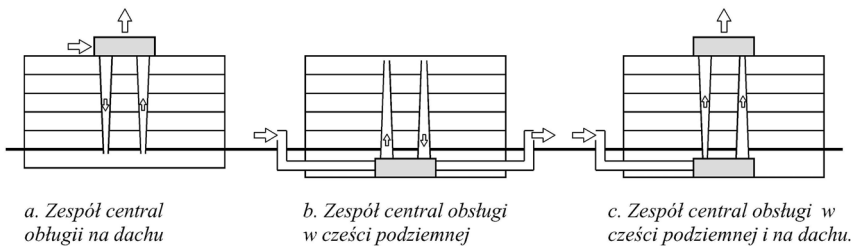
- wydzielenie systemów na poziomie systemów fizycznych: przegród i wnętrza oraz konstrukcji i instalacji, po czym znaczna integracja rozwiązań pomiędzy systemami konstrukcji oraz instalacji;
- wydzielenie systemów na poziomie logicznym – funkcjonalnym: na przykład wydzielenie elementów wg kryterium funkcji, po czym integrowanie ich systemów fizycznych.

Na poziomie rozwiązań integracji układu systemów fizycznych obiektów przemysłowych literatura fachowa z reguły omawia strukturę systemów obsługi oraz strukturę systemu konstrukcji.

Według [3] system koordynacji infrastruktury systemów obsługi obiektów przemysłowych składa się z relacji pomiędzy: elementami systemu kontroli i elementami systemu central mediów, strefami oraz środkami dystrybucji pionowej, strefami i środkami dystry-



Rys. 6. Grafy klasyfikacji systemu organizacji pracy procesu przemysłowego (oprac. aut. na podst. [7])



Rys. 7. Schematy typowych lokalizacji centralnych elementów systemów obsługi (oprac. aut. na podst. [3])

bucji poziomej, systemem transportu. Różni się w tym zakresie systemy skoordynowane oraz rozproszone.

W zależności od rozkładu dystrybucji poziomej [7] wyróżnia systemy koordynacji podłużne i poprzeczne.

Cechą charakterystyczną obiektów przemysłowych, w porównaniu z obiektami użyteczności publicznej, jest możliwe znaczne zajęcie kubatury obiektu przez systemy obsługi<sup>1</sup>. Z tego powodu obiekty przemysłowe są naturalnym miejscem, na którym zachodzi rozwój i optymalizacja systemu koordynacji.

– **Systemy elastyczności i adaptowalności obiektu przemysłowego.** Stopień oraz strategię elastyczności i adaptacyjności są charakterystycznym systemem logicznym obserwowanym w rozwiązaniach współczesnych obiektów przemysłowych. Potrzeba stosowania strategii elastyczności wynika przede wszystkim z częstych wymian i modernizacji produktu [8]<sup>2</sup> wynikających z wymagań konsumentów, rynku oraz presji na maksymalizację konkurencyjności [9]. Obydwie te strategię mają na celu optymalizację kosztów przyszłych zmian systemów obiektu przemysłowego w sytuacji braku pełnych in-

formacji (niepewności) co do przebiegu produkcji w dalszym horyzoncie, np. możliwej skali, szybkości lub asortymentu produkcji.

**Elastyczność obiektu** polega na takiej organizacji systemów fizycznych obiektu w chwili budowy, aby maksymalnie wyeliminować ilość ich przyszłych przebudów, dobudów lub rozbudów, zapewniając jednocześnie możliwość dostosowań funkcjonalnych i dostosowania produkcji do wymaganych w przyszłości zmian.

Adaptacyjność obiektu<sup>3</sup> polega na takiej organizacji systemów fizycznych obiektu w chwili budowy, aby były zoptymalizowane pod kątem ułatwienia przyszłego rozwoju i zmian, np. przebudów oraz powiększenia systemów fizycznych w celu poszerzenia skali działania, przekształcenia w zakresie funkcjonalnym lub rozbudów związanych z organizacją, przebiegiem, natężeniem i skalą procesów przemysłowych, kiedy zajdzie taka potrzeba.

W zakresie wprowadzania strategii elastyczności systemy fizyczne obiektów przemysłowych dla systemów konstrukcji i systemów przegród cechuje dążenie do optymalizacji rozpiętości konstrukcyjnych, które skutkuje przyjmowaniem większych rozpiętości<sup>4</sup> konstrukcyjnych, przyjmowaniem naddatków w zakresie: dopuszczalnych obciążeń stropów, dachów, płyt podłogowych, ścian, które nie występują w chwili obecnej, ale które mogą występować w przyszłości w wyniku zmian systemów obsługi i procesów.

W zakresie systemów przegród i wnętrza: ujednocianie geometryczne, na przykład blokowanie planu, naddatki w zakresie wielkości kubatury.

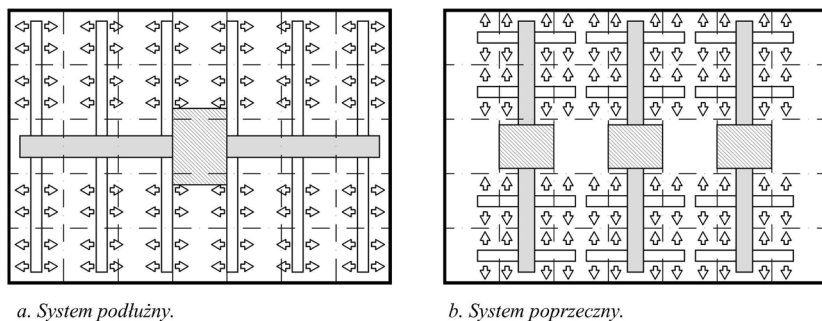
W zakresie systemów obsługi procesów przemysłowych elastyczność uzyskiwana jest przez: automatyzację, naddatki w zakresie przyjmowanych mocy urządzeń, ich ilości i wielofunkcyjności, ujednoczenie geometryczne, rozbudowę systemu sterowania i automatyki transportu oraz złożone modelowanie układu systemów przemysłowych prowadzone przed procesem realizacji, gdzie wariantowo analizowane są optymalne pod kątem elastyczności plany zakładów przemysłowych. Pod względem celu elastyczności systemów obsługi procesów można mówić o elastyczności skali produkcji lub elastyczności zmian produkcji asortymentu [9], [10], [8].

<sup>1</sup> Jak podaje [7, s. 99], udział instalacji w kubaturze budynku przemysłowego może dochodzić do 50%. Znamienna jest także konieczność dostępu do elementów systemu instalacji: jak podaje [2, s. 126], żywotność systemów instalacji jest szacowana na dwa razy mniejszą niż systemów konstrukcji i przegród.

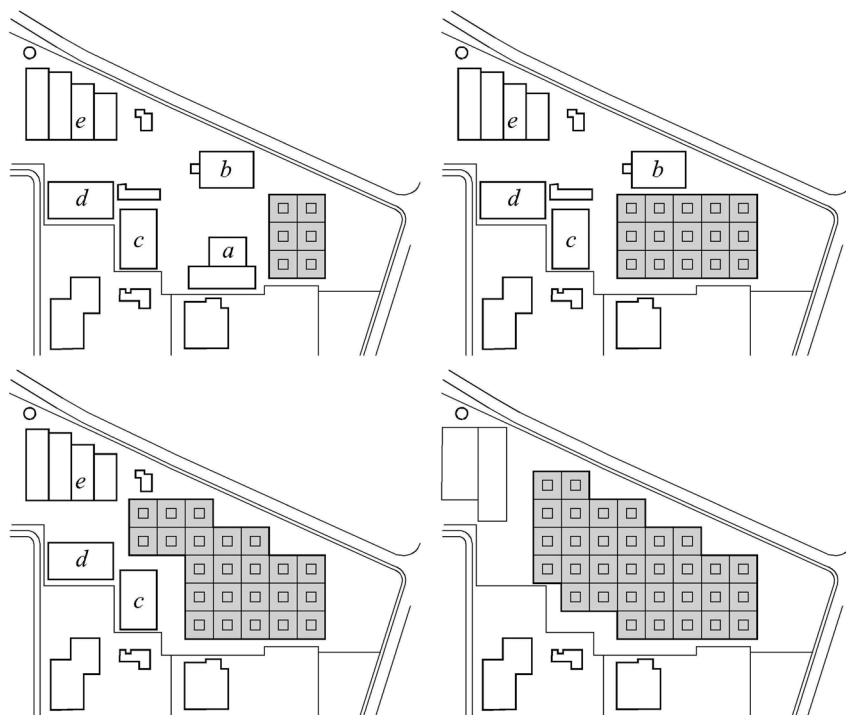
<sup>2</sup> Zmiany produkcji seryjnej jednego produktu wpływają na mniejsze serie różnorodnych, często modyfikowanych produktów.

<sup>3</sup> W tym ujęciu elastyczność może być rozumiana jako *state flexibility*, zaś adaptacyjność jako *action flexibility*, *expansion flexibility* lub *planned flexibility* [9].

<sup>4</sup> Wg [3, s. 92] średnie siatki konstrukcyjne w zależności od obciążenia wahają się w granicach 15 x 15 do 24 x 24 m. Jak podaje [7], optymalną rozpiętością staje się 18 x 12 m.



Rys. 8. Schematy strategii dystrybucji poziomej systemów obsługi (oprac. aut. na podst. [7])



a. istniejące budynki, b. działające obiekty produkcji (wycieraczek samochodowych), c. malarnia, d. ekspedycja, e. istniejące obiekty produkcji (montownia silników)

Rys. 9. Diagramy przykładu adaptacji w rozbudowie modularnej zakładu w układzie siatki dwukierunkowej w Bietigheim-Bissingen, aut. Ackermann i Partner (oprac. aut. na podst. [11])

W zakresie adaptowalności rozwiązań architektonicznych obiektów przemysłowych, która rozumiana jest jako możliwość szybkich zmian w przyszłości istniejącego systemu wytwarzania i systemu transportu wewnętrznego, [7] podaje następujące rodzaje strategii rozwiązań systemów obiektów przemysłowych sprzyjających częściowej lub całkowitej adaptacyjności: ujednolicenie przestrzeni przegród, która przyjmuje różne konfiguracje funkcjonalne, wydzielanie przestrzeni ze względu na charakter systemów obsługi, wydzielanie systemów wewnątrz w zależności od zmian wymagań funkcjonalnych, wydzielanie dodatkowych bloków funkcjonalnych, adaptacyjność wielkości bloków funkcjonalnych poprzez pączkowanie (po osiągnięciu wielkości krytycznych ze względu na proces bloki funkcjonalne są przenoszone poza obiekt).

W zakresie adaptowalności rozwiązań architektonicznych obiektów przemysłowych

rozumianej jako podatność na rozbudowę oraz modyfikacje skali i rozwiązań systemów cechą charakterystyczną rozwiązań architektury przemysłowej jest aktywność przestrzeni. Cecha ta wiąże się z potencjalnym dostosowaniem współczesnej przestrzeni przemysłowej do zmian poprzez:

- dodawanie, odejmowanie lub zastępowanie systemów;
- przekształcanie formy systemów;
- dublowanie elementów;
- adaptowalność mechaniczną systemów (np. poprzez sposób teleskopowy).

Cechą systemu logicznego adaptacyjności współczesnych obiektów przemysłowych jest:

- umożliwianie podłączeń w przyszłości przez określenie przestrzeni i warunków systemowych podłączeń,
- modularność systemów.

Cecha ta skutkuje szeregiem charakterystycznych układów zabudowy obiektów prze-

mysłowych: układów grzebieniowych, addycyjnych, układów o strukturze siatki jedno- lub dwukierunkowej oraz linearnych.

Modularność jest systemem logicznym sprzyjającym adaptacyjności, stosowanym przez współczesną architekturę przemysłową jako narzędzie na poziomie wszystkich systemów budynku: zarówno fizycznych, jak i logicznych.

W aspekcie przestrzennym stosowanie modularności jako strategii adaptacyjnej budowy i późniejszej rozbudowy zakładów opisuje np. [11].

– **System typizacji obiektu przemysłowego.** Typizacja prowadząca do częściowej lub pełnej prefabrykacji jest systemem logicznym charakterystycznym dla współczesnych obiektów przemysłowych. Jego podstawą jest modularność. Typizacja i prefabrykacja mogą się odnosić do: metod wykonania oraz projektowania systemów fizycznych, metod montażu i budowy jako metasytem do sposobów rozwiązań komponentów funkcjonalnych obiektów oraz procesów przemysłowych<sup>5</sup>.

Wymiar typizacji systemów fizycznych łączy się z uprzemysłowieniem wykonawstwa obiektów przemysłowych oraz dążeniem do maksymalizacji ilości komponentów systemów wykonywanych przemysłowo, zarówno w wysokim, jak i niskim standardzie technologicznym [12].

Typizacja i prefabrykacja komponentów jest obecnie najczęściej wypadkową potrzeby minimalizacji czasu oraz kosztów realizacji obiektu i potrzeby koordynacji rozwiązań budynku związanej z np. szczególnymi warunkami procesu lub kosztami urządzeń.

Na rynku istnieje wiele dedykowanych obiektom przemysłowym systemów fizycznych gotowych do złożenia z różnego stopnia wielkości komponentów: od modularnych prefabrykowanych systemów konstrukcji, przegród zewnętrznych, wewnętrznych i mebli, np. Astrom, Alstal, Consolis, Bene, USM itp. po całkowite systemy konstrukcji oraz okładzin obiektów, np. systemy Maxi, Midi i Mini F. Hallera.

– **System łączności sieciowej automatyzacji procesów i automatyzacja sterowania systemów fizycznych obiektów przemysłowych.** Automatyzacja procesów oraz sterowania to system logiczny, którego współczesnym medium jest technologia mechatroniczna i teleinformatyczna, poprzez które czynności są wykonywane bez udziału człowieka. Jego obecność jest cechą charakterystyczną rozwijaną we współczesnych obiektach przemysłowych.

Dzisiejsze obiekty przemysłowe oprócz automatyzacji procesów wykazują automatyzację

<sup>5</sup> Typizacje procesów są stosowane zwłaszcza dla procesów montażowych i wytwórczych oraz niektórych procesów przetwórczych i energetycznych

cję systemów fizycznych prowadzącą do interaktywności działania oraz automatyzację sterowania i łączności o różnym stopniu zintegrowania. Można zauważyć tendencje do działania obiektu przemysłowego jako elementu metasystemu organizacji przemysłowej, który połączony jest sieciowo w system produkcji, dystrybucji i utylizacji produktu.

## Podsumowanie

Obiekty przemysłowe charakteryzuje szereg cech rozwijanych ze względu na ich zadaniową specyfikę, którą jest podporządkowanie procesom technologicznym. Z niej wynikają szczególne właściwości związane zarówno z systemami budynków przemysłowych – fizycznymi (*hardware systems*): systemami konstrukcji dużych rozpiętości oraz dużym nasyceniem złożonych systemów obsługi, jak i systemami logicznymi (*software systems*) – strategiami łączenia i kształtowania systemów fizycznych obiektów przemysłowych.

Kombinacja specyficznych systemów logicznych – modularności, która prowadzi do typizacji, oraz systemów fizycznych obiektów przemysłowych – zwłaszcza konstrukcji i instalacji, jest ścieżką w kierunku uprzemysłowienia oraz prefabrykacji realizacji, czego dowodem są istniejące na rynku gotowe systemy budowlane, głównie o konstrukcji stalowej, do realizacji hal, magazynów, prostych budynków produkcyjnych. Efektem jest większa precyzja wykonawstwa, większa szybkość i ułatwienie realizacji przez precyzyjne kosztorysowanie oraz uproszczenie fazy projektowej. Jednocześnie modularność pozwala na adaptację systemów fizycznych w sytuacjach konieczności wymiany elementów systemu ze względu na uwarunkowania lokalizacyjne lub zmiany technologiczne w prowadzonym procesie przemysłowym.

Wśród *software systems* – systemów logicznych – współczesnych obiektów przemysłowych charakterystycznie wyróżniają się: adaptacyjność i elastyczność obiektów oraz integracyjność i zaawansowana koordynacja złożonych systemów fizycznych budynków.

Budynki przemysłowe są źródłem rozwoju tych strategii w rozwiązaniach architektonicznych, a pod względem adaptacyjności i elastyczności są wzorem dla np. obiektów użyteczności publicznej, takich jak terminale lotnicze, budynki targowe i wystawiennicze, w których przyszła rozbudowa lub zmienność użytkowania są kluczowymi przesłankami rozwiązań. Przykładem mogą być budynki użyteczności publicznej czerpiące w swoich układach przestrzennych z grzebieniowych lub linearnych wzorców rozbudowy zakładów przemysłowych (np. dworce lotnicze). Podobnie stale obecna strategia integracyjności systemów fizycznych w obiektach przemysłowych jest przenoszona do rozwiązań obiektów użyteczności fizycznej.

Można także przypuszczać, że postrzeganie i analiza budynków jako systemów stanie się trwałym elementem praktyki oraz teorii architektonicznej. Pod tym względem obiekty przemysłowe są modelowym typem obiektów, który poddaje się myśleniu o budynku jako o złożonym systemie.

## Bibliografia:

- [1] Babiński, C. (1972). Projektowanie zakładów przemysłowych. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne.
- [2] Bachman, L.R. (2003). Integrated Buildings. The System Basis of Architecture. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.
- [3] Adam, J., Hausmann, K., Juettner, F. (2004). Industrial Buildings. A design Manual, Basel-Berlin-Boston: Birkhauser.
- [4] Złotowski, E. (1974). Elementy lekkich przekryć i ścian budynków przemysłowych. Warszawa: Arkady.
- [5] Arct, Z. (1974). Projektowanie architektoniczne zakładów przemysłowych. Warszawa.
- [6] Schmidt, K. (1971). Zblokowane budynki przemysłowe. Warszawa: Arkady.
- [7] Szpakowski, Z. (1999). Architektura współczesnej fabryki. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- [8] Benjaifar, S. and Sheikhzadeh, M. (1997). Design of Flexible Plant Layouts. IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers).
- [9] Sethi, A.K. and Sethi, S.P. (1990) Flexibility in Manufacturing: A survey, „The International Journal of Flexible Manufacturing Systems”, 2, 289–328.
- [10] Meller, R. and Gau, K.Y. (1996). The Facility Layout Problem: Recent and Emerging Trends and Perspectives, Journal of Manufacturing Systems, 15, 5, 351–366.
- [11] Ackermann. (2003). Wischerfabrik in Bietigheim-Bissingen. Detail 2003 (9), s. 927.
- [12] Van Uffelen, Ch. (2009). Factory Design. Braun Publishing AG.

DOI: 10.5604/01.3001.0014.9362

## PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA

Goncikowski Marcin, 2021, Systemy rozwiązań obiektów przemysłowych jako wzór rozwiązań dla budynków użyteczności publicznej. Część 1. Systemowość rozwiązań obiektów przemysłowych, „Builder” 7 (288). DOI: 10.5604/01.3001.0014.9362

**Streszczenie:** Jedną z cech typologicznych architektury współczesnych obiektów przemysłowych jest wielopoziomowa systemowość rozwiązań. Pod tym względem budynki przemysłowe określane są jako zbiór lub system systemów. Systemy współczesnych obiektów przemysłowych można podzielić na *hardware systems*: systemy fizyczne oraz *software systems*: systemy logiczne. Wśród systemów fizycznych można wyróżnić: system przegród wewnętrznych, instalacji, obsługi procesów, konstrukcji, wnętrza, elewacji. Wśród systemów logicznych, czyli strategii logicznych złożenia i działania systemów fizycznych: elastyczność, adaptacyjność, modułowość oraz typizację, koordynację i integracyjność, systemy organizacji procesów oraz transportu. Pomiedzy systemami logicznymi współczesnych obiektów przemysłowych charakterystycznie wyróżniają się: adaptacyjność i elastyczność obiektów oraz integracyjność złożonych systemów fizycznych budynków. Silnie obecna jest typizacja i modularność rozwiązań oraz – w różnym stopniu – systemowa prefabrykacja. Budynki przemysłowe charakteryzuje obecność zaawansowanych systemów sterowania, automatyki, łączności sieciowej. Obecne i rozwijane w budynkach przemysłowych rozwiązania systemów fizycznych oraz logicznych – sprzyjające elastyczności i ada-

ptacyjności obiektów, oraz rozwiązania w zakresie koordynacji – integracyjności systemów są wzorem dla obiektów użyteczności publicznej. W zakresie systemów fizycznych budynki użyteczności publicznej czerpią z obiektów przemysłowych rozwiązania systemów konstrukcyjnych, rozwiązania materiałowe, rozwiązania systemów energetycznych, a w przyszłości mogą stać się wzorem zautomatyzowanego budynku połączonego z globalną siecią i internetem rzeczy.

**Słowa kluczowe:** architektura, obiekt przemysłowy, systemy, hardware systems, software systems

**Abstract:** Systems as solutions of industrial buildings. An important feature of the architecture of modern industrial facilities is the characteristic systematic nature. Industrial buildings are referred to as a set or system of systems. Systems of modern industrial facilities can be categorized as: hardware systems and software systems. Among hardware systems are: internal partitions, service, utilities, structure, interior, envelope. Software systems are the way the hardware systems are combined: flexibility, adaptability, modularity, coordination and integration, process organization systems, transport organization. Among the software systems of modern industrial facilities adaptability and flexibility of objects as well as integration and advanced coordination of complex physical systems of buildings stand out in a characteristic way. Typization and modularity of solutions as well as, to varying degrees, prefabrication are present in a strong way. Industrial buildings are characterized by the presence of control and automation systems. It can be hypothesized that solutions present and developed in industrial buildings favoring the flexibility and adaptability of objects as well as coordination solutions – systems integrity will be a model for other types of facilities, e.g. public use buildings.

**Keywords:** architecture, industrial building, systems, hardware systems, software systems