

Systemy rozwiązań obiektów przemysłowych jako wzór rozwiązań dla budynków użyteczności publicznej

Część 2. Rozwiązania współczesnych systemów budynków użyteczności publicznej inspirowane systemami obiektów przemysłowych



dr inż. arch.
MARCIN GONCIKOWSKI
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

Cechą obiektów przemysłowych jest większa nowoczesność ich systemów fizycznych w stosunku do obiektów użyteczności publicznej [1]. Wynika to z dwóch czynników – częstszej wymiany struktury obiektów przemysłowych oraz ich naturalnego zbliżenia do najnowszych osiągnięć nauki, ponieważ są miejscami, w których jej osiągnięcia, w postaci nowoczesnych technologii, są wdrażane w praktyce. W obiektach przemysłowych obecne są najnowsze technologicznie systemy konstrukcji, obsługi, systemy energetyczne i uтиlizacyjne. Systemy przegród wewnętrznych tworzone są często z najnowszych lub używanych prototypowo materiałów. Zwiększa się udział automatyki, robotyki i rola systemów sterowania. Pod kątem rozwoju systemów logicznych współczesnych budynków przemysłowych zachodzi proces zwiększania integracji systemów obsługi procesów przemysłowych z pozostałymi systemami fizycznymi budynku w celu automatycznego reagowania na wymagania rynku, sieci dostaw oraz sprzedaży, zachodzi zrównoważenie środowiskowe i ochrona zasobów oraz przejście na projektowanie zamkniętego cyklu życia produktu: od powstania poprzez uтиlizację i ponowne przetworzenie. Sprawia to, że produkty będą połączone z obiektami, w których powstają, w celu śledzenia ich życia, zaś organizacje przemysłowe będą uzupełniane o obiekty uтиlizacji produktów, dążąc do ich przetworzenia i ponownego wprowadzenia na rynek [2]. Stale obecna oraz rosnąca jest tendencja do tworzenia el-

stycznych i adaptowalnych obiektów przemysłowych. W tej perspektywie obiekty przemysłowe rysują się jako laboratorium rozwiązań systemów fizycznych oraz logicznych dla innych obiektów, w tym budynków użyteczności publicznej.

Niniejszy tekst, będący kontynuacją artykułu pt. Systemowość rozwiązań obiektów przemysłowych, ma stanowić zarys odpowiedzi na pytanie, czy i jak systemy fizyczne oraz logiczne obiektów przemysłowych są przenoszone jako wzory rozwiązań dla systemów budynków użyteczności publicznej. Metodologia pracy polegała na zdefiniowaniu i systematyzacji systemów obiektów przemysłowych oraz – w drugiej części – porównaniu, które z tych systemów są wzorem rozwiązań budynków użyteczności publicznej. W celu wykonania analizy porównawczej wybrano grupy charakterystycznych obiektów przemysłowych i budynków użyteczności publicznej, kierując się zasadą „uznanych źródeł” – to znaczy, że fakt publikacji obiektu był przez autora uznany za przyjęcie obiektów jako charakterystyczne lub innowacyjne. Spośród wybranych obiektów, wspomagając się literaturą fachową, wyodrębniono trendy oraz wybrano część z nich jako przykłady/case studies zachodzącego zjawiska.

Przenoszenie rozwiązań systemów fizycznych

Wiodącymi grupami rozwiązań systemów fizycznych obiektów przemysłowych przenoszonych do obiektów użyteczności publicznej są systemy konstrukcji i systemy produkcji energii. Obok nich można zauważyć rolę, jaką odgrywały obiekty przemysłowe w adaptacji przez budynki użyteczności publicznej systemów lekkich ścian zewnętrznych: zarówno pod względem konstrukcji ścian, jak i wdrożeń materiałowych używanych w systemach elewacyjnych, obejmujących: metale (przede wszystkim aluminium oraz stal), materiały kompozytowe, sztuczne, szklenie i wdrażanie nowych typów mocowań: mechanicznych oraz złączy klejonych.

Przykładami innowacyjnych rozwiązań są np. fabryki Solar Fabrik lub Total Energie, integrujące osiągnięcia techniki paneli PV z systemami przegród zewnętrznych lub optymalizację systemów konstrukcji w Centrum logistycznym Renault w Swindon, zakładach Iqus, Inmos lub Centrum Technologicznym PA.

Wzorem wykorzystania obiektu przemysłowego jako prototypu dla rozwiązań materiałowych i systemów ścian zewnętrznych jest budynek



magazynowy zlokalizowany w Thamesmead, wykonany dla Modern Art Glass (rys.17) autorstwa Normana Fostera. Zostały w nim przetestowane rozwiązania punktowego mocowania szkła [3], użyte później w realizacji obiektu biurowego Willis Faber & Dumas, rozwinięte obecnie do systemu mocowania punktowego Planar, powszechnie stosowanego w budynkach użyteczności publicznej.

Znamiennym przeniesieniem rozwiązań konstrukcyjnych analogicznym do konstrukcji podwieszanych obiektów przemysłowych Inmos, Fleetguard czy Igus (rys. 1.) do obiektów użyteczności publicznej jest obiekt Millenium Dome (Kopuły Milenijnej) z 1999 roku (rys. 2.) zrealizowany w Londynie, autorstwa Richarda Rogersa, którego autorzy przyznają się do osadzenia rozwiązań konstrukcyjnych w doświadczeniach płynących z projektów obiektów przemysłowych [4].

Potwierdzeniem przenoszenia rozwiązań materiałowych z obiektów przemysłowych do obiektów użyteczności publicznej może być droga użycia materiału budowlanego cor-ten, wynalezionej w końcu lat 60., jako rodzaju stali, w której zachodzi proces patynowania (rdzewienia) powłoki elementu, nie dopuszczając do korozji całości. Materiał ten, mający wstępnie zastosowanie jako stal konstrukcyjna mostów lub urządzeń przemysłowych (np. dźwigów, kontenerów transportowych), został w budownictwie zastosowany w latach 60. Od przełomu lat 70. i 80. był używany w obiektach przemysłowych jako materiał powłok elewacji (rys. 3.) i po udoskonaleniach na tym polu – w końcu lat 90. znalazł swoje stałe miejsce w architekturze użyteczności publicznej. Przykładem są realizacje zespołu Muzeum i Parku Archeologicznego w Kalkriese z 2002 roku (rys. 4.) autorstwa biura Gigon&Guyer lub budynku Cremorne Riverside Centre w Londynie autorstwa studia Sarah Wigglesworth z 2008 roku.

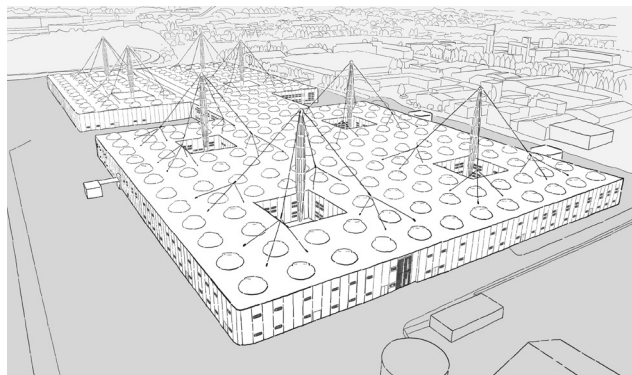
Spośród współczesnego transferu rozwiązań systemów fizycznych oraz ich technologii z obiektów przemysłowych do obiektów użyteczności publicznej na uwagę zasługuje kierunek, w którym przenoszone są: rozwiązania oszczędzające energię oraz rozwiązania systemów lub urządzeń do produkcji energii adaptowane przez objekty użyteczności publicznej.

Przykładem bezpośredniego przeniesienia systemów produkcji energii wzorowanego na obiektach przemysłowych jest realizacja z 2009 roku budynku usługowo-biurowego Bouchayer-Viallet w Grenoble, gdzie sposób rozwiązania oraz środki nawiązują do realizacji zakładu Total Energie (obydwie autorstwa J. Ferriera) lub Solar Fabrik.

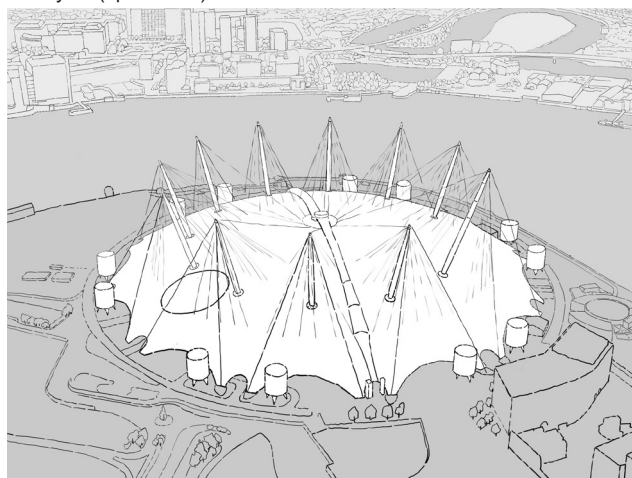
Podobnemu transferowi uległy urządzenia turbin wiatrowych o poziomej lub pionowej osi obrotu. Wśród przykładów adaptacji tych systemów energetycznych należy wymienić: pawilon Holandii na Expo 2000 w Hanowerze autorstwa MVRDV, Bahrain World Trade Center (BWTC) z 2006 roku zlokalizowany w Manamie (rys. 8.) autorstwa Atkins, Greenway Self Park – parking wielopięsniowy w Chicago z 2009 roku (rys. 7.) autorstwa HOK, zlokalizowany w Londynie budynek Strata SE1 z 2010 roku autorstwa BFLS, Pearl River Tower z 2011 roku zlokalizowany w Chinach, w Guangzhou, autorstwa SOM lub biura Public Utility Commission Headquarters z 2012 zrealizowane w San Francisco autorstwa KMD, Stevens, JV.

Ukształtowanie brył zespołu BWTC zawierającego: centrum handlowe, hotel, zespół konferencyjny i biura zostało podporządkowane w znacznej mierze efektywności trzech turbin wiatrowych o średnicy 29 metrów każda, montowanych na pomostach o rozpiętości około 30 metrów, zlokalizowanych pomiędzy dwiema wieżami obiektu ukształtowanymi w sposób maksymalizujący pracę turbin w prześwicie pomiędzy nimi [5]. Każda z turbin procesu energetycznego ma moc 225 kW (łącznie 675 kW mocy). Razem obniżają zapotrzebowanie na energię elektryczną kompleksu o około 11–15% przy szacunkowej średniej pracy 12 godzin dziennie [6].

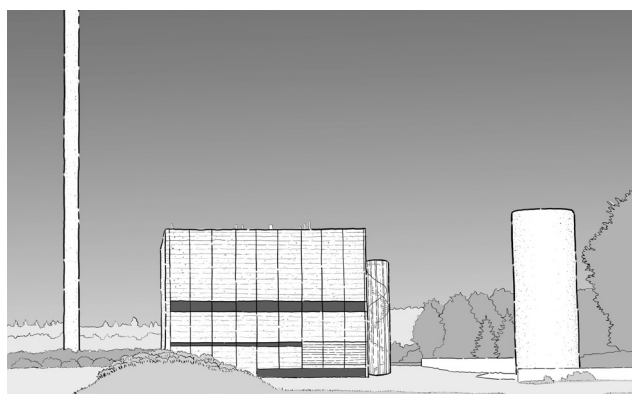
Innymi przykładami wdrażania ekologicznych rozwiązań technologii przemysłowych procesów energetycznych są projekty: Blooming Tower – z 2010 roku, autorstwa Mekene Architecture [7] lub koncepcja przebudowy elektrowni Battersea autorstwa Raphaela Vignoly z 2008 roku [8].



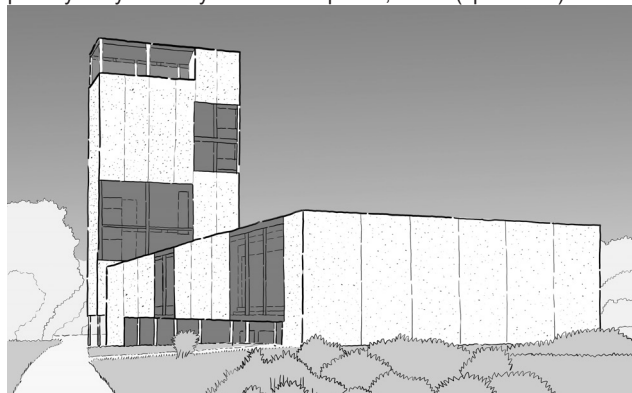
Rys. 1. N. Grimshaw, fabryka Igus, Kolonia 1992: Widok konstrukcji podwieszanej dachu integrowanej z prefabrykowanymi świetlikami z tworzywa (oprac. aut.)



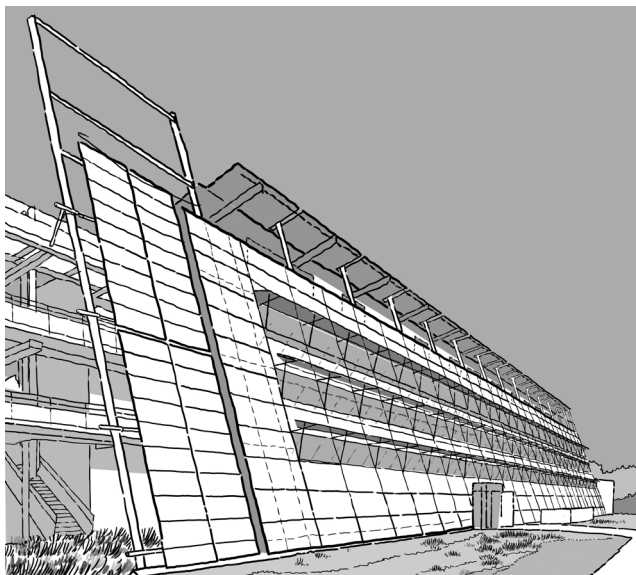
Rys. 2. R. Rogers: Millenium Dome, 1999 (oprac. aut.)



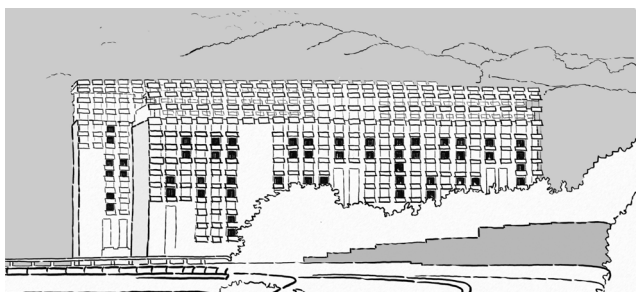
Rys. 3. Cor-ten, przykłady zastosowań w budownictwie przemysłowym – budynek elektrociepłowni, Dania (oprac. aut.)



Rys. 4. Cor-ten, przykład zastosowań w obiektach użyteczności publicznej. Muzeum i Park Archeologiczny w Kalkriese z 2002 roku, autorstwa biura Gigon&Guyer (oprac. aut.)



Rys. 5. Solar Fabrik, Rolf+Hotz Architekten, Freiburg 1998: zintegrowanie fasady budynku z panelami PV (oprac. aut.)



Rys. 6. Bouchayer-Viallet, J.Ferrier, Grenoble 2009: systemy energetyczne PV zintegrowane z fasadą (oprac. aut.)



Rys. 7. Greenway Self Park, HOK, Chicago, 2009: turbiny wiatrowe o poziomej osi obrotu zintegrowane z budynkiem (oprac. aut.)

Obydwa adaptują rozwiązania testowane w prototypowej elektrowni ekologicznej – wieży słonecznej wzniesionej w Hiszpanii w 1982 roku w Manzanares, której działanie polegało na wymuszeniu pionowego przepływu powietrza przez różnicę ciśnień pomiędzy kolektorem ciepłego powietrza, znajdującym się w dolnej części komina, a ujściem powietrza z jego wylotu. Wieża składała się ze 195-metrowego komina o średnicy 10 m oraz kolektora o powierzchni ok. 46 000 m². Uzyskiwana energia z generatorów napędzanych ruchem powietrza wynosiła 50 kW [9].

Na podobnej zasadzie opierał się koncepcyjny projekt zabudowy wokół Battersea Powerstation zaproponowany w 2008 roku przez Rafaela Vignoly, który zakładał wykorzystanie rozwiązania składającego się z kolektora współdziałającego z wieżą – w tym wypadku o wysokości 300 m². Kolektor – nazywany Eco-dome – zawierałby 250 000 m² powierzchni o przeznaczeniu usługowo-mieszkalnym, z kolei wieża miała być częściowo obudowana apartamentami. Całość miała być największym wentylowanym naturalnie zespołem zabudowy na świecie, o wydajności ok. 3000 m³/s. Łącznie projekt obejmował 750 000 m² powierzchni mieszkalnej, biurowej i handlowej.

Przenoszenie rozwiązań systemów logicznych

Wśród systemów logicznych obiektów przemysłowych w transferze strategii projektowych do obiektów użyteczności publicznej wyróżnia się integracja systemów fizycznych. Przenoszenie rozwiązań tej strategii datuje się praktycznie od pojawienia się obiektów przemysłowych. Wynika to z tego, że nasycenie złożonymi systemami (zwłaszcza złożoność i różnorodność systemów instalacji oraz obsługi procesów przemysłowych w połączeniu z wymogiem elastyczności konstrukcji) nastąpiło w obiektach przemysłowych wcześniej, co sprawia, że systemy i rozwiązania systemu integracyjności widoczne w architekturze użyteczności publicznej mają często genezę bezpośrednio z obiektów przemysłowych. Charakterystycznymi obiektami przemysłowymi pogłębiającymi integrację systemów fizycznych budynków są projekty Renault Distribution Center Normana Fostera, zakłady przemysłowe Inmos i PA Technology Center Richarda Rogersa, projektowane jako całościowo zintegrowane systemy konstrukcji, instalacji oraz obsługi procesów.

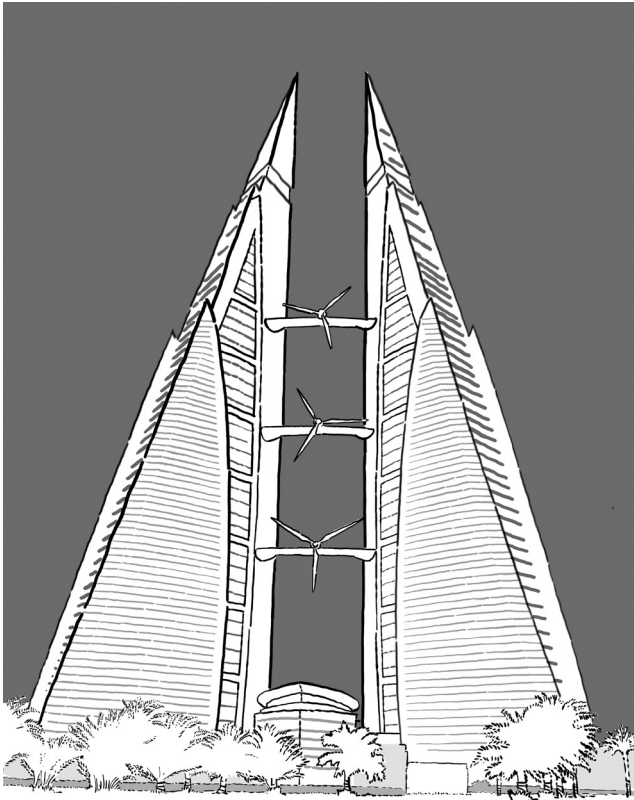
Szczególną rolę strategii pogłębiania integracji systemów przenieszonej do obiektów użyteczności publicznej oraz celowe wykorzystywanie jej jako środka wyrazu można dostrzec we wczesnych pracach Normana Fostera. Przykładem są obiekty Sainsbury Centre for Visual Arts, Hongkong and Shanghai Bank, terminal lotniczy w Stansted lub przebudowa Reichstagu, w których integracja systemów prowadzona jest we wszystkich wymiarach ujętych przez L.R. Bachmana – przestrzennym, wizualnym oraz integracji działania (podział wg [10]).

Przebudowa budynku Reichstagu ukończona w 1999 roku jest realizacją, w której rozwiązania bazujące na integracji systemów zostały spektakularnie podniesione do rangi symbolu [11] (Smith P.F. 2003).

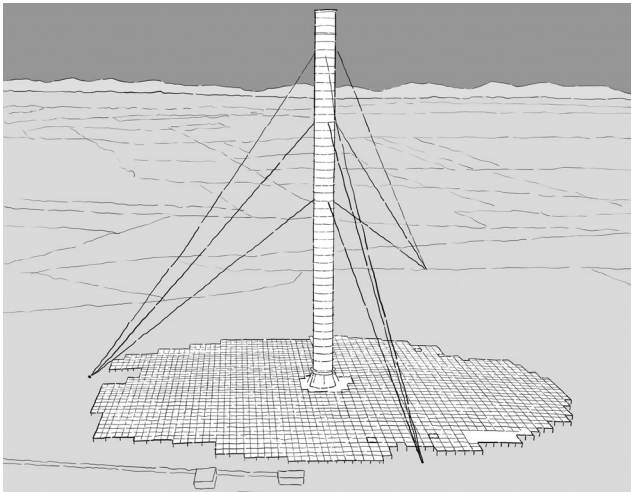
Jej kluczowym elementem jest przeszklona kopuła ponad salą obrad parlamentu, dostępna dla publiczności, która może korzystać z niej jako platformy widokowej oraz mieć wgląd do sali obrad. Rozwiązanie kopuły, oprócz spiralnej powierzchni platformy widokowej, integruje systemy oddzielenia akustycznego i doświetlenia – specjalnie projektowanego stożka pokrytego 360 lustrami kierującymi w dzień światło do sali obrad (po zmierzchu działanie stożka jest odwrotne), wyposażonego w zautomatyzowaną przesłonę rozpraszającą bezpośrednie światło, która podąża za kierunkiem padania promieni słonecznych, oraz zawierającego systemy instalacji wentylacji, mechaniki i sterowania.

Sam budynek – poza nowatorskim rozwiązaniem technicznym kopuły, która przez swój stopień integracji i zaawansowanie techniczne systemów staje się wyrafinowanym urządzeniem – w warstwie rozwiązań systemów instalacji oraz obsługi realizuje także rozwiązania produkcji własnej energii elektrycznej w generatorach zasilanych biopaliwem, kojarzonej z produkcją ciepła i jego magazynowaniem pod ziemią oraz skojarzonej z uzyskiwanym ciepłem odpadowym, wytwarzaniem chłodu w chillerach absorpcyjnych i jego magazynowaniem w postaci schłodzonej wody.

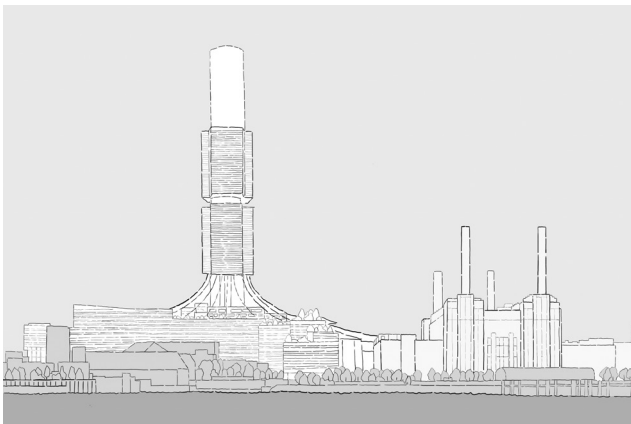
Pod względem rozwiniętej przez obiekty przemysłowe modularności i typizacji systemów fizycznych (których jednym z wcześniejszych przykładów jest system Mini, Midi, Maxi aut. Fritza Hallera) ich przeniesienie znajduje współcześnie zastosowanie w architekturze użyteczności publicznej – oprócz względów ekonomicznych, szybkości, seryjności i precyzji wykonania prac także z powodów środowiskowych.



Rys. 8. Bahrain World Trade Center, Manama. Atkins 2008: turbiny wiatrowe o poziomej osi obrotu integrowane z budynkiem (oprac. aut.)



Rys. 9. Wieża słoneczna, Manzanares, Hiszpania (oprac. aut.)



Rys. 10. Battersea Power Station, Londyn, Raphael Vignoly (oprac. aut.)

Wynika to z tego, że obecnie istotnym kryterium projektowania i realizacji obiektów staje się lifecycle budynku: w tym możliwość ponownego wykorzystania jego lub jego komponentów w innym miejscu.

Współczesnym przykładem adaptacji idei systemu przeznaczanego do wielokrotnego użycia do celów budowy budynku użyteczności publicznej jest system HEX-SYS autorstwa biura Open Architecture, który może być zaadaptowany do wielu różnych funkcji, i co najważniejsze, może być zdemontowany po każdorazowym użyciu oraz złożony w innej lokalizacji, zapobiegając w ten sposób marnotrawstwu zasobów [12].

System jest zbudowany na siatce heksagonalnej o powierzchni ok. 40 m². Główna konstrukcja jest stalowa, parasolowa. Ściany wypełniające projektowane są jako szklane lub w okładzinie aluminiowej, anodyzowanej. Układ jest zintegrowany z systemem odzysku wody deszczowej. Z systemu HEX-SYS w 2015 roku zrealizowano prototypowy budynek ekspozycyjny dla firmy deweloperskiej Vanke.

Doświadczenia płynące z modularnych systemów budownictwa przemysłowego są przenoszone na grunt architektury użyteczności publicznej oprócz prefabrykacji systemów konstrukcji, przegród czy całych modułów, jak np. jednostek hotelowych, także w połączeniu z wykorzystaniem modułowych elementów czysto przemysłowych: kontenerów transportowych, palet transportowych lub systemów rusztowań. Wśród przykładów takich realizacji są zrobione z kontenerów: dom dziecka w Jerzolimie zbudowany w 2013 roku wg projektu 4D i A Architects, Morpeth School z 2007 roku projektu Furness Engineer, centrum handlowe Boxpark Shoreditch zrealizowane w Londynie w 2011 roku, sklep flagowy Freitag projektu Anette Spillmann i Haralda Eschle zrealizowany w Zurichu w 2011 roku, składający się z 19 kontenerów ułożonych do wysokości 29 metrów, Terminal de Cruceros z 23 kontenerów zrealizowany w Seville, autorstwa Buro4, składające się z 152 kontenerów Nomadic Museum z 2005 roku zrealizowane w Nowym Jorku, autorstwa Shigeru Bana czy biblioteka Amin w Batu, w Indonezji projektu biura Dpavilion, zrealizowana w 2013 roku.

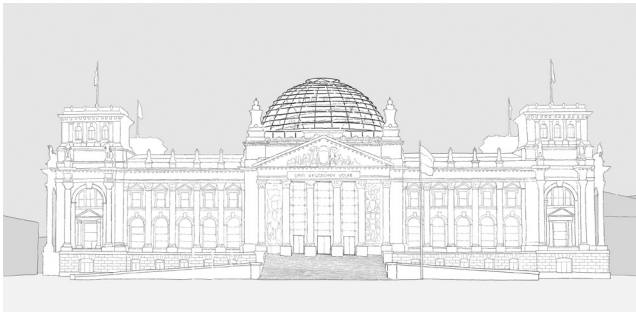
Najbardziej znane współczesne przykłady realizacji wykorzystujących modułowe rusztowania to: centrum dla gości zrealizowane przy pinakotece monachijskiej w 2013 roku (rys. 14.), autorstwa Jurgena Mayera, kawiarnia Les Grandes Tables zrealizowana w 2011 roku w Ile Seguin wg projektu 1024 Architecture (wykorzystująca zarówno rusztowania, jak i kontenery) czy pawilon wystawowy zrealizowany w stolicy Meksyku na placu Zolaco w 2015 roku, autorstwa MMX.

Kolejnymi cechami szczególnymi dla rozwiązań systemów logicznych obiektów przemysłowych, które zostały zaadaptowane przez budynki użyteczności publicznej, są rozwiązania sprzyjające elastyczności i adaptacyjności oraz przenoszenie zasady blokowania obiektów (rys. 15.).

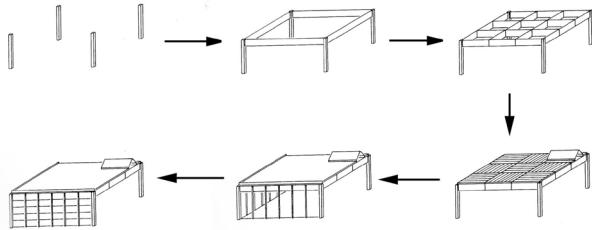
Wstępną adaptację blokowania w obiektach użyteczności publicznej o złożonej funkcji można dostrzec w realizacjach pierwszych i drugich generacji pozamiejskich ośrodków handlowych w Stanach Zjednoczonych, co działo się od lat 60. do końca lat 70. XX wieku [13]. W podobną stronę prowadziła ścieżka rozwiązywania zmienności użytkowania obiektów edukacyjnych poprzez blokowanie wzorowana na rozwiązaniach przemysłowych, wypracowana jeszcze w latach 60. przez Ezrę Ehrenkrantz jako SCSD (School Construction System Development). Prowadziła ona w latach 70. do projektów zblokowanych, elastycznych obiektów szkolnych, np. projektu teoretycznego szkoły w Newport i projektów szkół specjalnych, np. szkoły w Palmerston z 1976 roku Normana Fostera.

Grupę zblokowanych budynków biurowych otwiera realizacja biur IBM w Cosham z roku 1971, których projekt blisko odzwierciedla wzory jednokondygnacyjnych zblokowanych obiektów przemysłowych, oraz rozwiązanie zespołu zabudowy usługowo-biurowej Willis Faber & Dumas (rys. 16.) z roku 1975 (oba autorstwa N. Fostera).

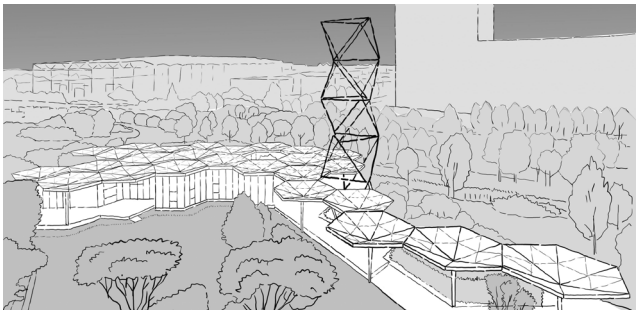
Technika łączenia w jednej, hybrydowej kubaturze wielu funkcji użytkowych bez rozdzielania ich na poszczególne bryły jest obecnie trwałą



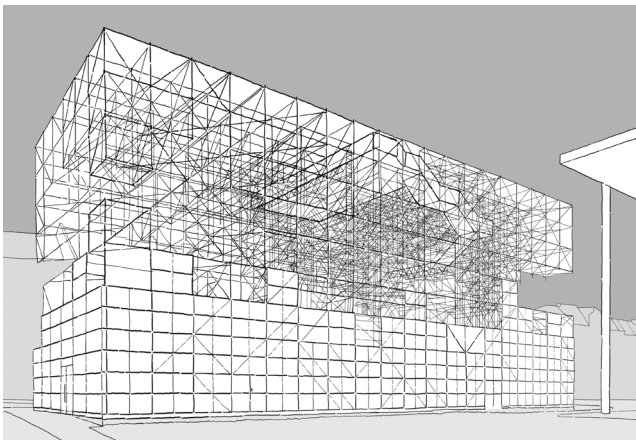
Rys. 11. Reichstag, Berlin. N. Foster. 1999 (oprac. aut.)



Rys. 12. Modułarny system budownictwa przemysłowego Maxi, F. Haller (oprac. aut.)



Rys. 13. HEX-SYS, Open Architects, 2015 (oprac. aut.)



Rys. 14. Centrum wizytujących obok Pinakoteki w Monachium, 2013, Jurgen Mayer (oprac. aut.)

tendencją realizacji obiektów użyteczności publicznej. Współczesnym przykładem tej techniki, celowo stosowanej do istniejącej zabudowy, jest realizacja centrum sztuki Le Fresnoy autorstwa Bernarda Tschumiego powstała w 1997 roku w Tourcoing we Francji, w której blokowanie funkcji zostało podniesione do rangi celowego środka wyrazu.

Rozwiązania wypracowane w obiektach architektury przemysłowej w zakresie elastyczności użytkowania znajdują pole do przenoszenia rozwiązań w obiektach o funkcjach muzealnych, targowych oraz wystawowych, obiektach ekspozycyjnych i elastycznych centrach konferencyjnych. W tych ostatnich, podobnie jak w muzeach, powodami, dla których następuje transfer rozwiązań, jest – podobna do zmienności technologii procesów zachodzących w obiektach przemysłowych –

niestałość i czasowość ekspozycji oraz imprez w halach wystawienniczo-targowych [15].

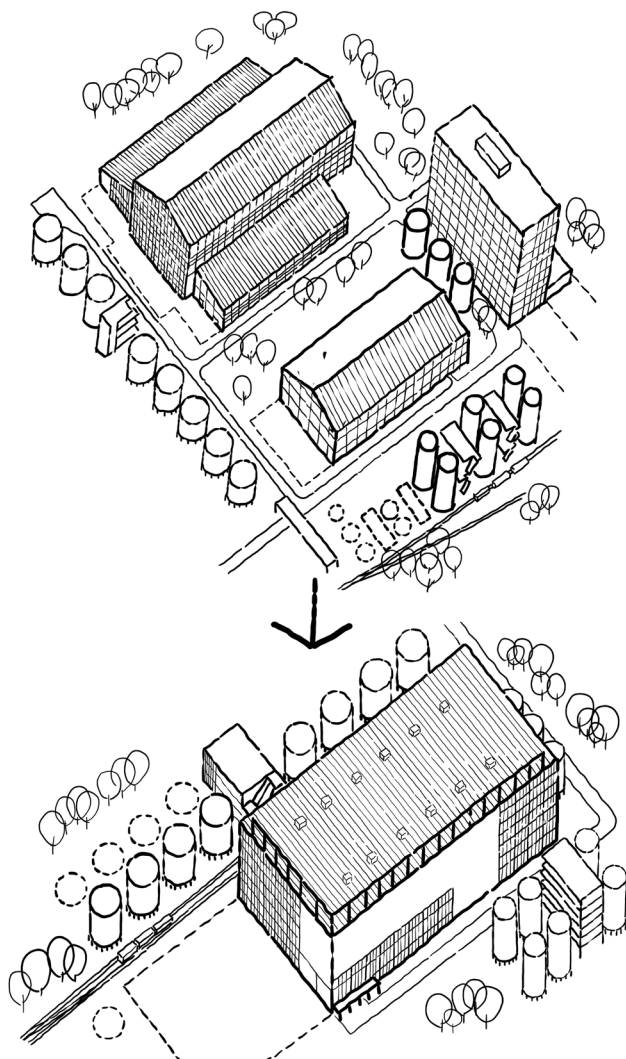
Przykładem wyznaczającym charakterystyczny trend we współczesnych jednoprzestrzennych obiektach ekspozycyjnych jest budynek Sainsbury Center for Visual Arts (SCVA) z 1978 roku, autorstwa Normana Foster'a – o jednoprzestrzennym wnętrzu i przemysłowym systemie fasad. Pierwotny rozmiar SCVA można odnaleźć we wcześniejszych rozwiązaniach obiektów przemysłowych, np.: fabryki Sapa w Tibsheft z 1973 – w zakresie systemów metalowych, prefabrykowanych systemów ścian zewnętrznych, oraz magazynów Modern Art Glass (rys. 18.) – w tym przypadku w zakresie elastycznej, zorganizowanej liniowo, jednoprzestrzennej powierzchni przeznaczonej na centrum magazynowe i dystrybucyjne.

Przykładami grupy obiektów wystawienniczo-targowych o elastycznym planie są: hale targowe w Hanowerze – Hannover Messe AG autorstwa biura Herzog+Partner z 1995 roku, pokrywające w zblokowanym, targowym obiekcie o wymiarach 220 x 115 metrów i wysokości 29 m około 22 000 m² powierzchni wystawienniczej, zblokowana hala wystawienniczo-targowa nr 3 o wymiarach około 220 x 120 metrów i powierzchni wystawienniczej około 38 000 m² dla Targów we Frankfurcie z 2001 roku, autorstwa Nicholasa Grimshawa, lub hala targowa nr 1 Targów w Bazylei z 1999 roku, zaprojektowana w biurze Theo Hotz AG, o wielkości około 210 x 90 metrów i powierzchni wystawienniczej około 36 000 m².

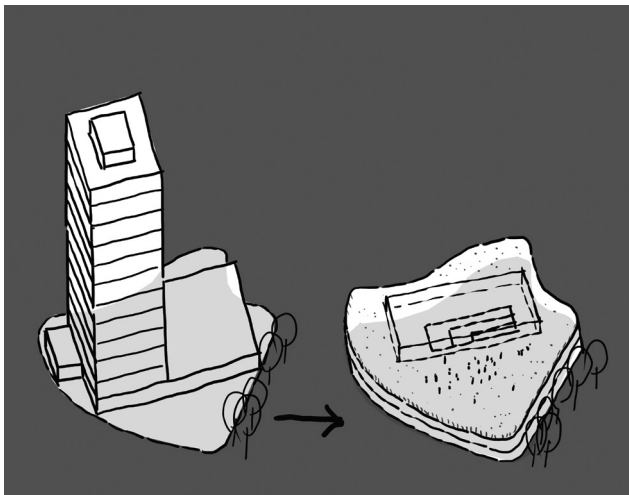
Podobne powody, w połączeniu z przewidywaną rozbudową obiektów w czasie, są przyczyną przenoszenia rozwiązań dotyczących systemu adaptacyjności. Zmianym przykładem są zakłady utylizacji odpadów zrealizowane w Trede (Holandia) w 1995 roku wg projektu Kasa Oosterhuis. Jest to zblokowany obiekt przemysłowy do prowadzenia procesów utylizacyjnych. W głównej hali prowadzenia procesów zachodzi zsypanie, sortowanie, kompaktowanie, utylizacja i wywózka w odpowiednie miejsca hały składowej. Cechą szczególną było założenie adaptowalności obiektu, która wykracza poza użytkowanie przemysłowe. Według założeń klienta – Regio Twente – obiekt, kosztem zwiększenia jedynie o 10–15% nakładów finansowych, miał zostać zaprojektowany z możliwością adaptacji do funkcji użyteczności publicznej: zespołu sportowego lub centrum kulturalnego dla lokalnej społeczności.

Najbardziej naturalnym przykładem pola, na którym stosowane są strategie adaptowalności, jest rozwój obiektów komunikacji publicznej – zwłaszcza terminali lotnisk pasażerskich. Współczesne terminale powinny być projektowane i realizowane przy założeniu, że zaistnieją takie zmiany w przyszłej organizacji i ilości lotów oraz wymaganiach związanych z obsługą i ilością ruchu oraz podróznymi, które będą miały konsekwencje w konieczności adaptacji budynku. W ten sposób projektowanie obiektu terminala jest procesem, którego efektem jest spójny „system otwarty” – podobnie jak w przypadku obiektów przemysłowych [16]. Proces kształtowania terminali lotniczych przebiegał od zblokowanych obiektów w podobnych do budynków przemysłowych modułowych układach linearno-kierunkowych po układy addycyjne o charakterze siatki lub grzebieni dające możliwość rozbudowy w różnych kombinacjach [17].

Przykładem pierwszego z układów – modułowego, adaptacyjnego rozwiązania zblokowanego mającego genezę w rozwiązaniach obiektów przemysłowych – jest terminal lotniska w Stansted w Wielkiej Brytanii (rys. 19.) z 1991 roku, autorstwa biura Normana Foster'a. W jego przypadku zblokowanie dotyczyło głównego korpusu terminala, do którego dołączane były pawilony obsługi podróznymi. Sam terminal jest wykonany w modułowej siatce 121 jednostek (11 x 11) powtarzalnych modułów o wielkości 18 x 18 metrów, z których w co drugim została umieszczona przestrzenna konstrukcja integrująca systemy obsługi instalacyjnej. O sukcesie tej strategii świadczy rozbudowa terminala o dwa rzędy (22 jednostki modułowe, około 59 000 m²) w 2007 roku, mająca na celu dodanie przestrzeni dla systemu sortowania bagażu i wzrost powierzchni komercyjnej.



Rys. 15. Blokowanie na przykładzie zakładów przemysłu chemicznego (oprac. aut. na podstawie [13])



Rys. 16. Blokowanie obiektów użyteczności publicznej Willis Faber & Dumas (oprac. aut.)

Kolejnym przykładem współczesnej architektury obiektów terminali lotniczych, w których przyszła rozbudowywalność miała kluczowe znaczenie dla rozwiązań, jest port lotniczy Barajas w Madrycie (rys. 20.) autorstwa biur Richarda Rogersa we współpracy z Estudio Lame-la Architects z 2006 roku.

Linowy układ powtarzalnych modułów konstrukcyjnych terminala (o powierzchni około 500 000 m²) pozwala na rozbudowę w kierunku osi

budynku, zaś konstrukcja modułów sprawia, że krawędzie i systemy ścian osłonowych są pozbawione elementów głównej konstrukcji. Za-bieg ten umożliwia adaptowanie i rozbudowywanie obiektu bez szkody dla działania istniejącej części [16].

Podsumowanie

Przeływ rozwiązań systemów fizycznych obiektów przemysłowych do obiektów użyteczności publicznej jest stałą cechą, występującą ze zmienną dynamiką od czasów ich powstania. Współcześnie proces ten wciąż się odbywa na polu systemów konstrukcji, obudowy, materiałów, systemów obsługi, a zwłaszcza systemów związanych z procesami energetycznymi i uтиlizacyjnymi obiektów przemysłowych.

Charakterystyczną cechą obecnego okresu jest przepływ rozwiązań systemów logicznych obiektów przemysłowych do obiektów użyteczności publicznej.

W początkach wieku XX systemy logiczne były przenoszone nieświadomie – jako źródło rozwiązań systemów fizycznych, które generowały. Na przykład: konieczność elastyczności zakładów fordowskiej organizacji produkcji generowała systemy konstrukcyjne płytowo-słupowe lub płytowo-grzybkowe. Przeniesiono je do innych budynków, np. systemu Dom-ino Le Corbusiera jako rozwiązanie konstrukcyjne. Innym przykładem jest mające początek przed obecnym okresem, a trwające nadal przenoszenie integracyjności obiektów przemysłowych jako sprawdzonego w obiektach fizycznych rozwiązania powiązania systemów fizycznych. Dzisiejsze czasy charakteryzuje nasilone, celowe i świadome przenoszenie systemów logicznych obiektów przemysłowych oraz stosowanie ich jako analogicznych, służących podobnym celom, jako systemów logicznych obiektów użyteczności publicznej lub dodatkowo podkreślanie poprzez ich stosowanie znaczeń ideowych, takich jak np. „otwartość” kojarzona z zastosowaną adaptacyjnością i elastycznością obiektów bądź „związek z techniką” kojarzony ze stosowaniem eksponowanej integracyjności systemów, czego początkowym, znaczącym przykładem jest realizacja Centrum Pompidou w Paryżu autorstwa R. Rogersa i R. Piano.

Integracyjność, elastyczność i adaptacyjność oraz przemysłowe wytwarzanie obiektów w połączeniu z modularnością stały się od lat osiemdziesiątych XX w. głównymi założeniami środków wyrazu architektury high-tech, które odnalazły trwałe miejsce w sposobie kształtowania współczesnych środków wyrazu.

W połączeniu ze stosowaniem zaczerpniętych z obiektów przemysłowych współcześnie stosowanych rozwiązań ich systemów fizycznych ten nurt transferu rozwiązań daje środki wyrazu postawie podkreślającej racjonalność i pragmatyzm rozwiązań architektury. Świadectwem tego nurtu są dzieła R. Fostera, N. Grimshawa, R. Rogersa, M. Hopkinsa, R. Piano, W. Alsopa, Wilkinson Eyre Architects, I. Ritchie, J. Aslana czy J. Kaplickiego.

Realizowane w tym duchu obiekty stają się w genezie odzwierciedleniem współczesnego rozwoju technologii i przekonania o dążeniu do optymalnych nowoczesnych rozwiązań zakorzenionych w badaniach technicznych. W połączeniu z paradygmatem zrównoważonego rozwoju nurt ten istnieje obecnie jako tzw. eco-tech.

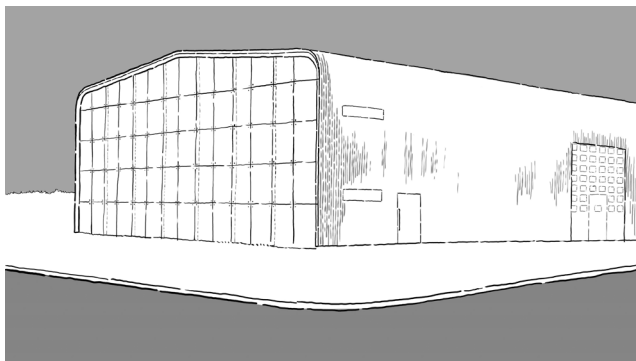
Obecnie szczególnym polem jest integracja systemów obiektów przemysłowych poprzez globalną sieć z systemem dostaw, produkcji, śledzenia produktu – jego wykorzystania i serwisu oraz końcowej uтиlizacji w coraz bardziej zglobalizowanym metasystemie organizacji. W ten sposób obiekty przemysłowe stają się jako pierwsze budynki głęboko zintegrowane z globalną siecią internetu i internetu rzeczy. W przyszłości, zwłaszcza w nadchodzącej erze sieci 5G i 6G, można się spodziewać, że staną się one wzorem wypracowanych systemów w tej dziedzinie dla budynków użyteczności publicznej.

Bibliografia

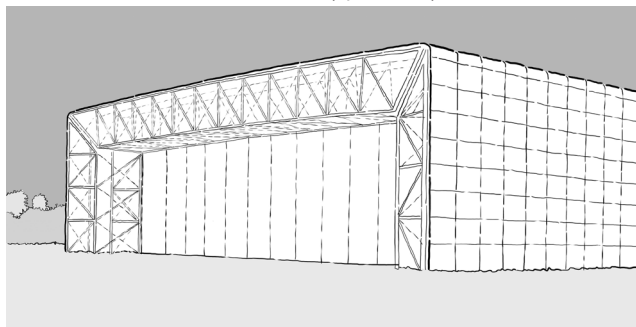
- [1] Droege, P. (1997). *Intelligent Environments: Spatial Aspects of Information Revolution*. Elsevier.
- [2] Hargrave, J., Goulding, L. (2015). *Rethinking the Factory*, Arup.
- [3] Jenkins, D. (red.) (2002). *Norman Foster. Works*. Prestel, Munich London New York.
- [4] www.richardrogers.co.uk, 2020, dostęp: listopad 2020.

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA

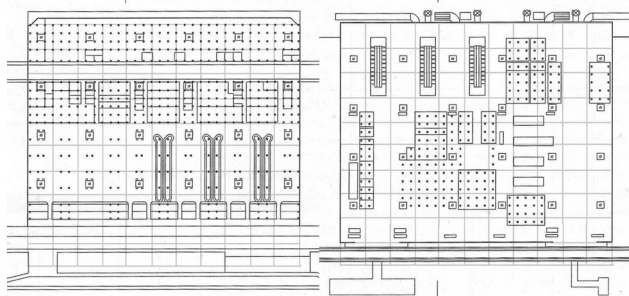
Goncikowski Marcin, 2021, Systemy rozwiązań obiektów przemysłowych jako wzór rozwiązań dla budynków użyteczności publicznej. Cz. 2. Rozwiązania współczesnych systemów budynków użyteczności publicznej inspirowane systemami obiektów przemysłowych, „Builder” 8 (289). DOI: 10.5604/01.3001.0015.0469



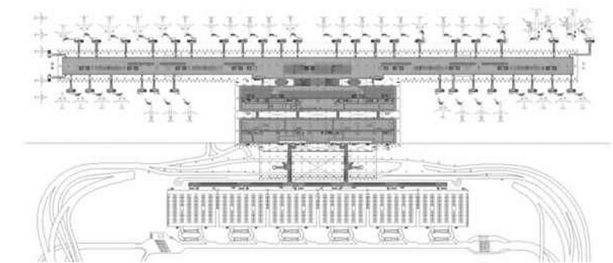
Rys. 17. Elastyczność, jako źródło transferu rozwiązań. Magazyny Modern Art Glass – N. Foster 1973 (oprac. aut.)



Rys. 18. Elastyczność jako źródło transferu rozwiązań. Sainsbury Center for Visual Arts (SCVA) – N. Foster 1978 (oprac. aut.)



Rys. 19. Stansted. N. Foster, poziom dolny i poziom górny (oprac. aut. na podst. [3])



Rys. 20. Barajas, Madryt. R. Rogers, rzut poz.+1 (oprac. aut. na podst. [16])

[5] Binder, G. (2006). Tall buildings of Europe, the Middle East and Africa, Images Publishing.

[6] www.atkinsdesign.com, 2020, dostęp: listopad 2020.

[7] <http://inhabitat.com/blooming-dubai-tower-collects-dew-and-generates-energy/>, 2020, dostęp: listopad 2020.

[8] <http://www.worldarchitecturenews.com/project/2008/10011/rafael-vi-oly-architects/battersea-power-station-redevelopment-in-london.html>, dostęp: listopad 2020.

[9] Papageorgiou, Ch.D. (2012). Floating Solar Chimney Technology, www.intechopen.com.

[10] Bachman, L.R. (2003). Integrated Buildings. The System Basis of Architecture. New Jersey.

[11] Smith, P.F. (2003). The Dynamics of delight: architecture and aesthetics, Routledge.

[12] <http://www.openarch.com/task/2400>, dostęp: listopad 2020.

[13] Schmidt, K. (1971). Zblokowane budynki przemysłowe. Warszawa: Arkady.

[14] Coleman, P. (2006). Shopping Environment, Evolution, Planning and Design, Architectural Press, Oxford.

[15] Kysiak, M. (1998). Architektura pawilonów wystawowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.

[16] Edwards, B. (2005). The Modern Airport Terminal: New Approaches to Airport Architecture, Routledge.

[17] Sebastyen, G. (2003). New Architecture and Technology, Architectural Press.

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: systemy 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 modułowość 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 adaptacyjności 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 zaautomatyzowanego 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