

Radosław Górski*

EXPO – WERYFIKATOR DETALU

EXPO – DETAIL VERIFIER

Od czasów Wielkiej Wystawy Światowej (Londyn1851), wystawy są miejscem demonstracji nowatorskich rozwiązań projektowych, popisem umiejętności wybitnych architektów i konstruktorów. Istotnym wkładem wystaw jest to, że zaprojektowane skomplikowane detale konstrukcyjno-architektoniczne mogą zostać na nich zweryfikowane, a później wdrożone do ogólnoświatowej praktyki projektowej.

Słowa kluczowe; Wystawy światowe Expo, innowacyjność rozwiązań, ewolucja detalu

Since the Great Exhibition (London1851), exhibitions are place where demonstrated innovative design, excellent display of skills of architects and constructors. Important contribution of exhibitions is that the complicated structurally and architecturally designed details can be verified upon them, and then implemented into the global design.

Keywords: World exhibitions Expo, innovative of solution, evolution of detail

Wystawy powstawały, aby przedstawiać i propagować najnowsze przedmioty zarówno użytku codziennego jak i te o charakterze luksusowym. Głównym celem było pobudzenie i wzmacnianie handlu. Wczesne lokalne wystawy krajowe przedstawiały osiągnięcia na polu rolnictwa, przemysłu i rozwoju nowych technologii. Olbrzymie sukcesy wystaw francuskich (1798,1802,1844,1847) wywarły znaczący wpływ na powstanie pierwszej Wielkiej Wystawy Światowej w Londynie w 1851 r.

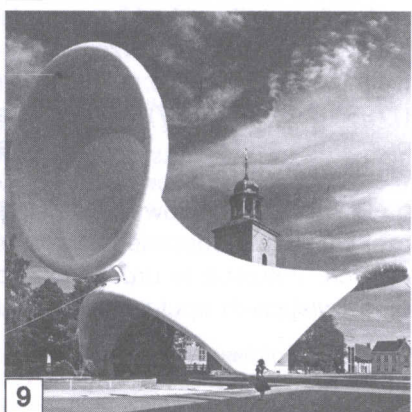
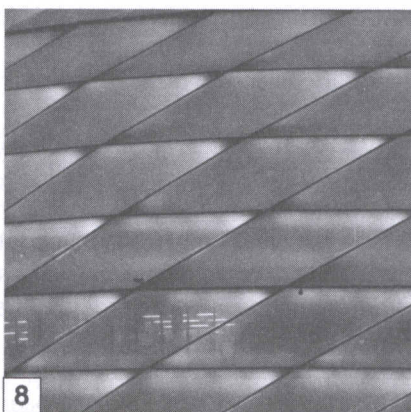
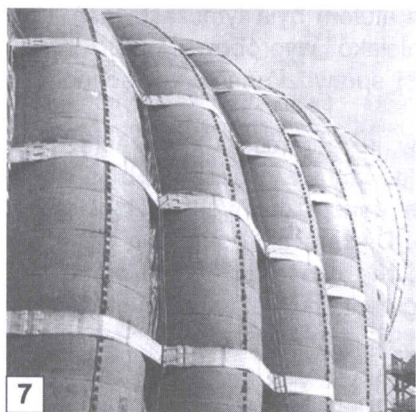
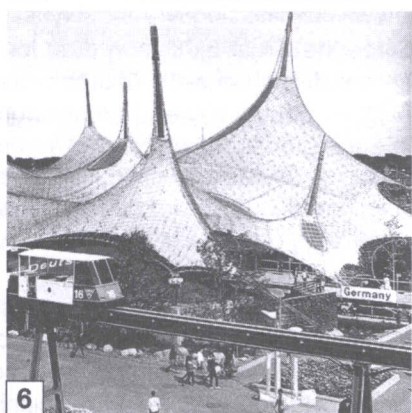
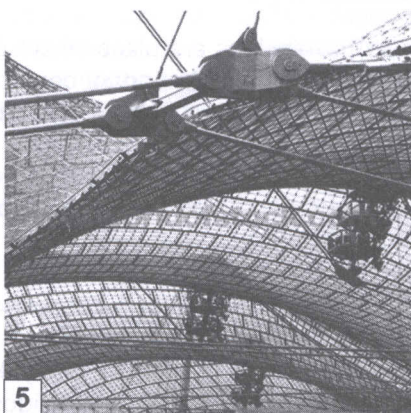
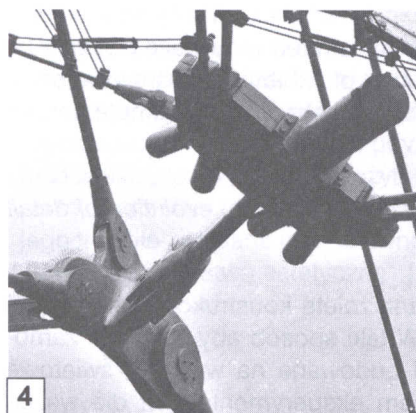
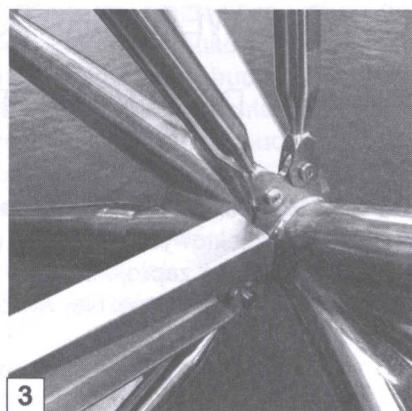
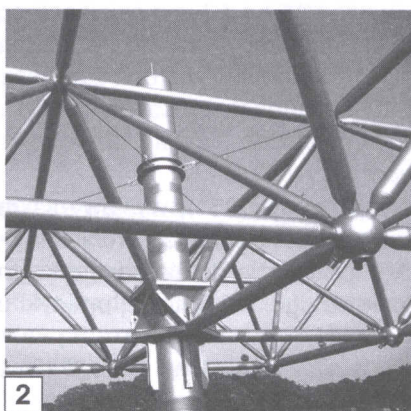
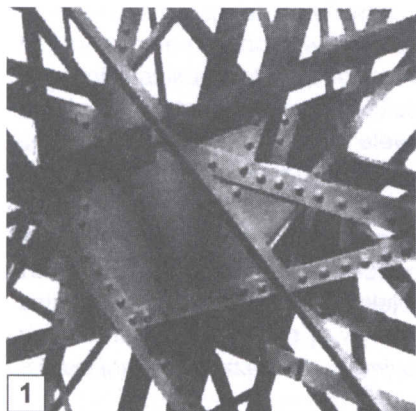
Ekspozycje najnowszych osiągnięć myśli twórczej wymagały odpowiednich obiektów wystawianych. Potrzeba ta uruchomiła rozwój konstrukcji umożliwiających spełnienie specjalnych wymagań.

Główną oczekiwaną zaletą konstrukcji miała być jej przestrzenność. W taki sposób aby sprostac zamówieniom budynki budowane na wystawy światowe stały się poligonem eksperymentalnym dla wszelkich nowości. Ich atutem była tymczasowość, stąd też można było niejako „wypróbować” na nich najnowsze pomysły i sprawdzić zarówno technologie jak i materiały.

Wiele obiektów, już z okresu XIX w., reprezentowało nowe idee, których wyznacznikiem było stosowanie elementów konstrukcyjnych pozbawionych wszelkich ozdób. Dążono do pokazania materiału takim, jakim jest. Nie oznaczało to, że prace nad detalem, jako fragmentem dzieła architektury zeszyły

* Górski Radosław, mgr inż. arch., Politechnika Białostocka, Wydział Architektury, Katedra Architektury Wnętrz.

1. Detal łączenia kratownic na Wieży Eiffla/Detail connection trusses on Eiffel Tower (Gustave Eiffel 1889) 2. Detal łączenia kratownicy w Wieży-Słońca/Detail connection trusses on Sun Tower (Kenzo Tange, Expo 1970) 3. Detal łączenia kratownic w moście Helix Bridge/Detail connection trusses on Helix Bridge (Cox Group, Architects 61) 4. Detal mocowania lin zadaszenia stadionu Olimpijskiego w Monachium/Detail connection cables roof on Olympic stadium in Munich (Frei Otto 1972) 5. Zadaszenie nad stadionem Olimpijskim w Monachium/Roof on Olympic stadium in Munich (Frei Otto 1972) 6. Pawilon Niemiecki/German Pavilion (Frei Otto, Rolf Gutbrod Expo 1967) 7. Detal łączenia pneumatycznych segmentów pawilonu Fuji Group/Detail connection in pneumatic pavilion Fuji Group (Yutaka Murata Expo 1970) 8. Fragment elewacji stadionu piłkarskiego Allianz Arena/Fragment of elevation from Allianz Arena stadium (Herzog & de Meuron 2005) 9. Pneumatyczne zadaszenie sceny The Tubaloon/Pneumatic roof on stage (Snøhetta 2006)



na dalszy plan, wręcz przeciwnie, stał się on niezwykle istotny, gdyż odzwierciedlał sobą przypisaną mu rolę. Przy tworzeniu poszczególnych rozwiązań konstrukcyjnych, takich które zapewnią odpowiednie przekrycie przestrzeni wystawowych, istotne było rozwiązanie detalu połączeń poszczególnych elementów konstrukcyjnych. To właśnie ten detal, w połączeniu z odpowiednio dobranym materiałem, stawał się największą zdobyczą, motorem napędzającym dalszy rozwój. Często, architekci chwaliąc się stanem zaawansowania technologicznego własnego kraju, nie tylko nie zasłaniali skomplikowanych konstrukcji, ale wręcz eksponowali każdy jej fragment.

Wszyscy znamy pierwszą konstrukcję wystaw światowych – Crystal Palace Jamesa Paxtona (Londyn 1851), w tym przypadku największym osiągnięciem była metoda mocowania tafli szklanych w ramach żelaznych oraz łączenia gotowych prefabrykatów. Konstrukcja obiektu przewidywała późniejsze przeniesienie go w inne miejsce. Zastosowana tu żelazna konstrukcja szkieletowa była jednym z pierwszych rozwiązań zmierzających do uzyskania dużych rozpiętości. W kolejnych latach wprowadzano coraz nowsze przestrzenne układy konstrukcyjne, kratowe, wiszące, pneumatyczne. We wszystkich tych propozycjach najistotniejsze było to, że sprawdzone rozwiązania konstrukcyjne wykorzystywane były potem do obiektów użyteczności publicznej, przez co sukcesywnie wpływały na rozwój architektury.

Do tej pory zachwyty wzbudza rekord rozpiętości trójprzegubowej ramy zastosowanej w Galerii Maszyn przez Lottencina i Duterta w 1889 roku (ok. 111 m) oraz rekord wysokości Wieży Eiffla (312 m), z tego samego roku. Oba obiekty są przykładami pierwszych zastosowań, w których wykorzystano **kratownice przestrzenne**. Oczywiście sama zasada konstrukcyjna nie była całkowitą nowością. Wielokrotnie wykorzystywana była do budowy mostów. W sposób znaczący, poprzez zastosowanie na wystawie

światowej, została rozpropagowana. Naturalnie tylko budynek Ferdinanda Duterta pełnił rolę odpowiednio zaprojektowanego budynku wystawienniczego. Wieża Eiffla miała właściwie tylko zademonstrować poziom wiedzy inżynierskiej i możliwości techniczne epoki, być symbolem ówczesnej potęgi gospodarczej i naukowo-technicznej Francji. Po dwudziestu latach miała zostać zburzona, ale o ironio losu spotkało to właśnie Galerię Maszyn [1].

Wnikliwa obserwacja Wieży Eiffla budzi pewne refleksje. Budowana, jako delikatna i ażurowa w porównaniu z obiektami współczesnymi sprawia wrażenie ciężkiej. Wynika to zapewne ze zbyt dużego zagęszczenia elementów, a nitowanie potęguje to doznanie jeszcze bardziej. W tym przypadku następuje różnicowanie odczuwania architektury w zależności od miejsca z jakiego jest obserwowana. Wieża widziana z daleka, w panoramie miasta, wygląda imponująco, do tej pory zachwyca swoją wysokością i strzelistością. Oglądana z bliska sprawia wrażenie ciężkiej i pancernej. Ważna okazuje się wielkość materiałów, sposób ich łączenia, a także faktura materiału i kolor. Dla porównania można zestawić zdjęcie wieży z wybudowaną w 2010 r. kładką dla pieszych *Double Helix Bridge* w Singapurze. Konstrukcję tworzą spirale podwójnej helisy, podobne do tych, z których składa się DNA żywych organizmów. Obiekt ma długość 280m i został w całości wykonany ze stali nierdzewnej. Sam detal połączenia węzła stalowej kratownicy kładki, podkreśla jej delikatność i lekkość. W tym przypadku, niezależnie od odległości z jakiej obserwujemy ten obiekt, odczucie pozostaje to samo. Wieloletni rozwój technologii tworzenia kratownic przestrzennych, nowe metody starannego opracowania detali, z optymalnie dobranymi przekrojami elementów, determinują wizualny odbiór całości.

Kolejne dokonania z zakresu wykorzystania konstrukcji żelaznych, stalowych przerastają objętością ramy tego artefaktu. Rozwój zmierzał w kierunku

dźwigarów, ram, masztów wykonywanych ze struktur: prętowych, rurowych, łączonych na nity, śruby, w późniejszym okresie przez połączenia nakładkowe, doczołowe, spawane, zgrzewane, klejone czy zaciskowe do lin. Jednym z przystanków w rozwoju była propozycja konstrukcji zadaszania placu na Expo 70 (Osaka, Japonia) zaprojektowana przez Kenzo Tange.

Zaproponowana na Wystawie Światowej w Kanadzie (Montreal 1967) **konstrukcja linowa** (Frei Otto, Rolf Gufbroad) wykonana była z membran, siatek ciągnowych uformowanych na kształt powierzchni namiotowych, rozpiętych na stalowych linach. Istotnym detalem tej konstrukcji były dynamiczne maszty o przekroju rurowym, z charakterystycznym wrzecionowatym poszerzeniem zapobiegającym wyboczeniu. Słupy zamocowane zostały przegubowo do fundamentów. Pięć lat później identyczna konstrukcja wykorzystana została przez tego samego konstruktora we współpracy z architektem Güntherem Behnischem przy przekryciu obiektów wybudowanych na Olimpiadę w Monachium (1972). Rozwiązanie to w nowym wydaniu, ale o podobnej zasadzie konstrukcji zastosowano na Expo w Szanghaju (2010). Wiele obiektów już istniejących a przebudowanych zyskało zadaszania w formie wiszącej. Tak stało się z *Commerzbank Arena* (Frankfurt nad Menem 2005), charakterystyczną cechą tego stadionu jest jego rozsuwany dach. Obiekt ten został zaprojektowany przez grupę architektoniczną *Gerkan, Marg Und Partner*, i jest to ta sama grupa projektantów, która zaprojektowała Stadion Narodowy w Warszawie na Euro 2012.

Od pierwszych realizacji Frei'a Otta po dzień obecny, nastąpił niesamowity rozwój tego typu zadasz. Konstruowane są one z wykorzystaniem różnych

materiałów, kształtów, punktów podparcia lub podwieszenia itd. Ciągła ewolucja przekryć wiszących powodowana jest głównie przez nowe materiały o coraz wyższej wytrzymałości. Dodatkowym czynnikiem staje się sprawniejszy, wspomagany komputerowo, warsztat projektowy inżynierów. Nie bez znaczenia są także większe wymagania architektów i inwestorów, odnoszące się do zapotrzebowania na wolną przestrzeń. Te ciągle przemiany przyczyniają się do tworzenia konstrukcji lekkich i dynamicznych.

Wraz z rozwojem konstrukcji wiszących rozwijały się **konstrukcje pneumatyczne** wykonane z tkanin. Idea ich stosowania zrodziła się z obserwacji balonów na ciepłe powietrze stosowanych podczas wojny. Pierwsze próby, na potrzeby wojska, podjął Walter Bird wykorzystując powlekaną tkaninę nylonową. Skonstruował on pneumatyczne, kuliste błony wewnątrz których montowano anteny radarów. Innym sposobem zastosowania były tymczasowe obiekty magazynowe, także w wojsku. W 1960 powstał pawilon wielokrotnego użycia dla Amerykańskiej Komisji Energii Atomowej. Była to konstrukcja dwupowłokowa, zabezpieczona dodatkowym ciśnieniem wytwarzanym wewnątrz pawilonu. Pawilon miał 91 m długości oraz zmienną szerokość sięgającą 38 m i wysokość do 19 m.

Konstrukcje tego rodzaju szybko się rozpowszechniły występując coraz liczniej na wystawach światowych. Tam, gdzie projektowano przekrycia o dużej rozpiętości, stosowano konstrukcje pneumatyczne a charakterystyczne jest to, że wraz z kolejnymi projektami pojawiały się coraz lżejsze rozwiązania. Kolejną sensację wywołał jednoprzestrzenny pawilon przygotowany przez USA (E. D. Stone, Montreal 1967). Naturalną tego kontynuacją był pawilon przygotowany na wystawę światową w Osace w 1970 r.

przez Stany Zjednoczone (Davis, Brody, Chermayeff, Geismar, de Harak). Owalnego kształtu, o wymiarach 142 × 84 m, otoczony wałem ziemnym na szczycie którego umieszczono wieniec kotwiący powłokę pneumatyczną, dodatkowo wzmocniono zadaszenie romboidalnie zamocowanymi kablami, które nadały mu charakterystyczny wzór. Równocześnie na tej samej wystawie zaprezentowany został inny pawilon pneumatyczny Fuji Group (Yutaka Murata). Jednak tutaj zastosowany został inny rodzaj tej konstrukcji, był to zespół rur czternastometrowej średnicy napełnionych powietrzem i szczelnie ze sobą połączonych. W efekcie końcowym na całej powierzchni pawilonu widoczne są rozmieszczone w równych odstępach pasy spinające ze sobą poszczególne segmenty. Dwa różne rozwiązania pokazują szereg problemów związanych z montażem, utrzymaniem stałego ciśnienia wewnątrz pawilonu oraz jego zachowaniem po utracie szczelności. Pokazują również dwie odmienne estetyki, z jednej strony jednolita powłoka z delikatnym podziałem na rąby, z drugiej zaś zdecydowane podziały na segmenty. W kolejnych latach projektanci mając do dyspozycji nowe materiały szybko poradzili sobie z tymi problemami i przenieśli rozwiązania z wystaw do budownictwa ogólnego. Znanymi przykładami są Eden Projekt w Wielkiej Brytanii z (Nicholasa Grimshaw 2001) oraz Allianz Arena w Niemczech (Herzog & de Meuron 2005). Ten zaawansowany technologicznie stadion piłkarski jest określany mianem pontonu a to za sprawą tysięcy poduszek, wypełnionych powietrzem, tworzących fasadę oraz dach tego obiektu. Każda z poduszek wykonana jest z bardzo cienkiej folii i jest stale pompowana poprzez wentylatory. Dodatkowo komputerowo sterowane oświetlenie w kolorach: białym, czerwonym i niebieskim, sprawia że obiekt mieni się kolorami

i jest widoczny z daleka. Przykładem na nieograniczoną form w konstrukcjach pneumatycznych jest The Tobaloon (Snøhetta 2006), zadaszenie nad sceną zaprojektowane na potrzeby festiwalu Jazzowego w Kongsberg. Jest to pneumatyczna konstrukcja połączona membraną wsparta na stalowym szkielecie. Szczególnie estetycznie zostały wykonane miejsca połączeń materiału z metalem.

Pozorna złożoność form tych przekryć wynika z tego że składają się one z dużej ilości połączonych ze sobą powierzchni. W zestawieniu z prostokreślnymi kształtami jakie nas otaczają formy krzywoliniowe wydają się dużo bardziej atrakcyjne. Jest to wynikiem nałożenia na siebie krzywizn tych przekryć z krzywizną ich brzegu. Do tego dochodzi jeszcze zniekształcenie perspektywiczne, cienie oraz przezierność tkanin, która uwidacznia linie szwów.

W artykule przedstawiono tylko kilka z wielu przykładów osiągnięć techniki, zwłaszcza na polu rozwiązania detalu konstrukcyjnego, które po przetestowaniu wprowadzone zostały do wielu obiektów architektury współczesnej. Ostatnio organizowane Wystawy Światowe nadal wpisują się w nurt poszukiwań nowości. Bez wątpienia osiągnięcia ostatnich lat już przyczyniają się do propagowania najnowszych rozwiązań. W niedługim czasie przykłady te będą twórczo rozwijane i wykorzystywane. Pretendujących do tego propozycji jest bardzo dużo, to może być np. betonowa konstrukcja wzmocniana włóknem szklanym zaproponowana przez Zahę Hadid w *Bridge Pavilion* (Saragossa, Expo 2008), czy wydmowy budynek Zjednoczonych Emiratów Arabskich zaprojektowany przez sir Normana Fostera (Szanghaj, Expo 2010), a z pewnością zjawiskowy, uznany za najlepszy budynek Expo 2010, *Seed Cathedral* Thomasa Heatherwicka.

PRZYPISY

[1] M. Bartnicka, *Tymczasowe potrafi być trwałe*, Czasopismo Techniczne, Z.-A, Politechnika Krakowska, s. 27.

BIBLIOGRAFIA

Friebe W., *Buildings of the world exhibitions*, Edition Leipzig 1985.

Kruger S., *Textile architecture*, Berlin 2009.

Kysiak M., *Architektura pawilonów wystawowych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998.

Praca zbiorowa pod redakcją J. Włodarczyka, *Technika jako czynnik inspirujący w architekturze*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004.