

# ZASTOSOWANIE DREWNA KLEJONEGO W KONSTRUKCJI NA PRZYKŁADACH PAWILONÓW NARODOWYCH CHILE I FRANCJI NA WYSTAWIE ŚWIATOWEJ EXPO 2015 W MEDIOLANIE

Michał Golański

Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, ul. Prof. Z. Szafrana 1, 65-417 Zielona Góra  
E-mail: m.golanski@aiu.uz.zgora.pl

## GLUED LAMINATED TIMBER AS STRUCTURAL COMPONENTS OF CHILE AND FRANCE NATIONAL PAVILIONS AT THE WORLD EXHIBITION EXPO 2015 IN MILAN

### Abstract

Expo is space for the expression of ambition and the individuality of countries manifested by architecture of national pavilions and accompanying exhibitions. Temporality of pavilions translates into a need for highly innovative and cost effective solutions in architecture and construction. This article presents national pavilions of Chile and France as the most innovative and spectacular examples of structural use of glued laminated timber on Expo 2015 World Exhibition in Milan. Visual for the article has been collected during the conference of Polish universities and study trip under the title "Feeding the Planet. Energy for Life. Milan"<sup>1</sup>. The event was organized under the auspices of the Committee of Architecture and Urban Planning of Polish Academy of Sciences, Faculty of Civil Engineering and Architecture of the West Pomeranian University of Technology in Szczecin and Faculty of Civil Engineering, Architecture and Environmental Engineering of the University of Zielona Góra.

### Streszczenie

Wystawy Expo są przestrzenią dla wyrażenia ambicji i indywidualnej wartości poszczególnych krajów manifestowanych przez architekturę pawilonów narodowych oraz towarzyszących im ekspozycji. Tymczasowość pawilonów przekłada się na konieczność zastosowania do ich budowy możliwie innowacyjnych i mieszczących się w zaplanowanych z góry kosztach efektywnych rozwiązań architektonicznych i budowlanych. Niniejszy artykuł przedstawia pawilony narodowe Chile i Francji jako najbardziej innowacyjne i spektakularne przykłady zastosowania konstrukcji z drewna klejonego na wystawie światowej Expo 2015 w Mediolanie. Materiał zdjęciowy do artykułu został zebrany w trakcie ogólnopolskiej konferencji oraz wyjazdu naukowo-studialnego pod wspólnym tytułem „Feeding the Planet. Energy for Life. Mediolan”<sup>1</sup>. Wydarzenie zostało zorganizowane pod auspicjami Komitetu Architektury i Urbanistyki PAN, Wydziału Budownictwa i Architektury ZUT w Szczecinie oraz Katedry AIU WBAIS UZ.

Keywords: technology; pavilion; glued laminated timber; Expo

Słowa kluczowe: technika; pawilon; drewno klejone; Expo

## WPROWADZENIE

Wystawy światowe są lustrem, w którym ludzkość przegląda się z podziwem, i jednocześnie zwiastunem kolejnych rewolucji technologicznych, teorii estetycznych i ideologicznych. Już u swego zarania służyły prezentacji dóbr oraz osiągnięć poszczegól-

nych narodów i świadczyły tym samym o poziomie rozwoju w wymiarze globalnym. Niezależna od aktualnej sytuacji politycznej przyjazna atmosfera sprawiała, że ewentualna mocarstwowa rywalizacja lub antagonizmy poszczególnych krajów przeniosły się na sferę suge-

stywnej architektury pawilonów, innowacyjności zastosowanych do ich budowy rozwiązań technologicznych oraz ekspozycji świadczącej o tożsamości cywilizacyjno-kulturowej kraju. Pierwszym wydarzeniem mającym w pełni międzynarodowy charakter była Wielka Wystawa w Londynie w 1851 roku. Zaprojektowany na jej potrzeby przez Josepha Paxtona Pałac Kryształowy był cudem XIX-wiecznej architektury. Do jego budowy wykorzystano najnowocześniejsze osiągnięcia ówczesnej techniki. Pawilon wystawowy o powierzchni 70000 m<sup>2</sup> został wybudowany w zaledwie 4 miesiące [S. Giedion, 1968; s. 175-204]. Było to możliwe dzięki rewolucyjnemu wykorzystaniu prefabrykowanych elementów konstrukcyjnych: słupów i dźwigarów z żelaza i ciągliwego żeliwa oraz wypełniających szkieletową konstrukcję jednolitych cienkościennych szklanych płyt dostarczanych na plac budowy w formie gotowej do montażu. Wystawa Expo stworzyła nową przestrzeń dla wyrażenia ambicji i indywidualnej wartości poszczególnych krajów. Expo stało się areną współzawodnictwa zrozumiałym w pojęciu międzynarodowym, kulturowym przekazem w celu wyniesienia własnej narodowej indywidualności ponad inne. Cywilizowana forma rywalizacji, pozbawiona brutalności wojen i porywających emocji sportowych, wskazywała kierunki rozwoju i przyczyniła się do wielu istotnych osiągnięć na polu architektury, sztuki i technologii budownictwa. Wystawy światowe, z założenia tymczasowe, często pozostawiały po sobie trwałe symbole, do których należą chociażby wieża Eiffla - najbardziej znany obiekt architektoniczny Paryża oraz symbol Francji, zbudowana przy okazji wystawy światowej w 1889 roku, Atomium – monumentalny model kryształu żelaza powstały przy okazji wystawy światowej w Brukseli w 1958 roku jako symbol ówczesnych naukowych oraz technicznych osiągnięć „wieku atomu”, czy też Habitat 67 – kompleks mieszkalny w Montrealu autorstwa architekta Moshe Safdiego wzniesiony na wystawę światową w 1967 roku, gdzie pełnił rolę jednego z pawilonów.

## 1. PAWILONY NARODOWE NA WYSTAWACH EXPO

Fenomenem wystaw światowych są pawilony narodowe, które stanowią skrajny przykład zastosowania architektury jako symbolu politycznego, instrumentu promocji osiągnięć narodu oraz wyznacznika trendów w architekturze. Dla odwiedzających narodowe pawilony gości to przede wszystkim wizytówka

wystawiających je krajów. Rola architektury, na podstawie której definiowane są przypisywane skojarzenia i budowany wizerunek kraju, jest w takim przypadku nie do przecenienia. Tymczasowość przekładająca się na konieczność zastosowania do ich budowy możliwie innowacyjnych i mieszczących się w zaplanowanych z góry kosztach efektywnych rozwiązań architektonicznych i budowlanych idzie w parze z wysokimi oczekiwaniami opinii publicznej danego kraju odnośnie do prestiżu i estetycznego wyrazu pawilonu. W takich okolicznościach powstają obiekty, które stają się ikonami architektonicznymi i niezapomnianymi symbolami. Architektura pawilonów Expo staje się oczywistym świadectwem technologicznej innowacji i możliwości współczesnego budownictwa zawartym w doskonałej i wysublimowanej estetycznie formie.

## 2. ZRÓWNOWAŻONE ROZWIĄZANIA BUDOWLANE NA WYSTAWIE EXPO 2015 W MEDIOLANIE

W trosce o zminimalizowanie śladu ekologicznego organizatorzy wystawy światowej w Mediolanie w specjalnie zadedykowanym temu problemowi wydawnictwie<sup>2</sup> przedstawili projektantom pawilonów sugerowane strategie projektowe oraz wybór rozwiązań i materiałów budowlanych. W pierwszym rozdziale poświęconym fazie projektowej poruszone zostały tematy efektywności energetycznej, wybór rozwiązań konstrukcyjnych i materiałowych, problemy gospodarki wodą, jakości powietrza wewnątrz budynku oraz ograniczenie rozpatrywanego wieloaspektowo negatywnego wpływu na otoczenie (m.in. poprzez ograniczenie robót fundamentowych, wykorzystanie wody opadowej, ograniczenie erozji gleby, efektu wyspy ciepła oraz zanieczyszczenia światłem i hałasem). Rozdział drugi poświęcony fazie budowy zwracał uwagę na redukcję emisji gazów cieplarnianych i pyłów przez urządzenia i pojazdy budowlane, ograniczenie ilości odpadów budowlanych oraz zagospodarowanie ziemi z wykopów fundamentowych. Faza rozbiórki i ponownego wykorzystania poruszona została w trzecim rozdziale publikacji, gdzie wskazane rozwiązania bezpośrednio wynikały ze strategii 3R – Reduce, Reuse, Recycle.

Jakkolwiek w konstrukcji nośnej pawilonów dominowała stal, w większości pawilonów drewno wykorzystywano do budowy ścian samonośnych (m. in. Japonia, Polska i Rumunia) lub jako materiał wykończeniowy (m. in. Azerbejdżan, Estonia, Niemcy, Słowacja, Słowenia, Urugwaj i Rosja). Wiele pawilonów wykorzy-

<sup>1</sup> Zob. <http://www.aiu.uz.zgora.pl/index.php?dzial=o-katedrze&sub=aktualnosci-kaiu&art=112&sel=10>.

<sup>2</sup> Zob. *Guidelines - Sustainable Solutions - Design, Construction, Dismantling and Reuse* (2015), Expo Mediolan.

stywało do konstrukcji elementy z drewna klejonego: m.in. Belgia, Chiny, Hiszpania, Irlandia, Malezja, Tajlandia i Węgry. Niniejszy artykuł zaprezentuje pawilony narodowe Chile i Francji jako najbardziej innowacyjne i spektakularne przykłady zastosowania konstrukcji z drewna klejonego na wystawie światowej Expo 2015 w Mediolanie.

### 2.1. Naturalny materiał budowlany - drewno

Drewno to uznany surowiec ekologiczny - łatwo dostępny, posiadający wiele zastosowań oraz odnawialny. W przeciwieństwie do innych bogactw naturalnych, takich jak ropa, węgiel czy inne kopaliny, zasoby drewna nie ulegają wyczerpaniu przy prawidłowej gospodarce leśnej. Wymienione wyżej zalety sprawiły, że drewno było jednym z najpopularniejszych materiałów budowlanych na wystawie w Mediolanie. Drewno zajęło poczesne miejsce w historii architektury, także w czasach współczesnych w wielu regionach świata wciąż zachowuje pozycję podstawowego materiału budowlanego. Drewno jest trwałe i długo opiera się procesom starzenia, w sprzyjających warunkach potrafi przetrwać wieki. Łatwo poddaje się procesowi przystosowania do warunków wilgotnościowych otoczenia. Potraktowane współczesnymi preparatami, staje się niepalne. Jest lekkie (choć różne gatunki cechuje różny ciężar właściwy), elastyczne i wytrzymałe. Jego porowata struktura sprawia, że cechuje je niski współczynnik przewodzenia ciepła, jest więc znakomitym materiałem izolacyjnym. Cechą, której nie ma żadne inne tworzywo konstrukcyjne poza drewnem, jest jego odnawialność – zasoby drewna dadzą się odbudować w relatywnie szybkim procesie, który praktycznie, w odniesieniu do przynajmniej niektórych gatunków, można mierzyć czasem życia człowieka. I jeszcze jedna szczególna cecha: surowiec ten powstaje w wyniku naturalnego procesu biologicznego – fotosyntezy i nie wymaga żadnych nakładów energii obciążających środowisko. Od zarania dziejów drewno w postaci naturalnej (pociętych pni, gałęzi) jest surowcem energetycznym, pozostaje nim również obecnie. Współcześnie ważnym aspektem ekologicznym jest to, że spalanie drewna w nikłym stopniu narusza bilans dwutlenku węgla w naturalnym obiegu tego gazu – można przyjąć, że ilość CO<sub>2</sub> wydzielanego w czasie spalania drewna jest równa ilości gazu przyswojonego w procesie wzrostu rośliny. Rozwój przemysłu przeróbki drewna nie przyczynia się do wzrostu masy powstających odpadów. W dzisiejszych czasach określenie „odpad” w odniesieniu do drewna zupełnie nie odpowiada prawdzie – trociny, wióry i zrębki stały się pełnowartościowym surowcem energetycznym. Znajdują także zastosowanie przy produkcji kompozytowych materiałów budowlanych. Współcześnie drewno

jest jednym z podstawowych materiałów w nurcie zrównoważonego budownictwa.

### 2.2. Drewno klejone

Wynalezienie drewna klejonego było przełomowe dla współczesnej architektury drewnianej. Za najstarszą znaną konstrukcję z drewna klejonego literatura uznaje łukowe więźby dachowe nad salą zgromadzeń King Edward College w Southampton z 1860 roku oraz salą szkoły niedzielnej zboru Rusholme Road w Chorlton-on-Medlock niedaleko Manchesteru z 1864 roku, która uległa rozbiórce w 1962 roku [L.G. Booth 1994]. Za ojca technologii drewna klejonego, choć nie za wynalazcę uznawany jest Otto Hetzer, którego praca dotycząca problemów optymalizacji przekrojów w zależności od obciążenia przyczyniła się do rozwoju konstrukcji z drewna klejonego. Opatentowana przez niego w 1903 roku metoda łączenia lameli za pomocą kleju kazeinowego stanowiła efektywny sposób zapobiegający skręcaniu i pękaniu cienkich przekrojów drewnianych. Współcześnie do sklejanania lameli w produkcji drewna klejonego warstwowo używa się klejów fenolowo-rezorcynowo-formaldehadowych lub klejów z żywic melaminowych. Żywice te stosowane do klejenia na zimno (30-100°C) i na gorąco (powyżej 100°C) odznaczają się dużą wytrzymałością doraźną i dużą trwałością, są również odporne na działanie wysokiej temperatury, dużej wilgotności (zimnej i gorącej) i niepalne [A. Lyons, 2004]. Zastosowanie drewna klejonego zapewnia jednorodność materiału, a co za tym idzie, zmniejszenie zużycia surowca, a także osiągnięcie większych nośności i sztywności. Drewno klejone posiada wiele cech, które czynią je idealnym materiałem do budowy najróżniejszych typów konstrukcji. Elementy z drewna klejonego warstwowo są ogniodopusne, wytrzymałe, lekkie i trwałe oraz mogą być łatwo kształtowane dokładnie w takich wymiarach, jakich wymaga dana konstrukcja. Konstrukcje drewniane o wysokim stopniu przygotowania łatwo można dostosować do dużych budynków, zapewniając szybki montaż przy pomocy lekkich dźwigów oraz silne, bezpieczne i trwałe połączenia przy zastosowaniu ręcznych narzędzi.

Podstawowym zagadnieniem przy modelowaniu i wytwarzaniu elementów konstrukcyjnych z drewna klejonego jest uwzględnienie ograniczeń w zakresie kształtowania przekrojów i form, przede wszystkim w nadawaniu krzywizn. Produkcja elementów zakrzywionych w dwóch lub więcej płaszczyznach jest technicznie możliwa, ale jest to proces skomplikowany technicznie i drogi. Uzyskiwane są one poprzez sklejenie wyprodukowanych wcześniej zakrzywionych jednopłaszczyznowo elementów o mniejszych przekro-

jach. Rozwój i udoskonalenie technologii drewna klejonego pozwalają obecnie na kształtowanie konstrukcji drewnianych o rozpiętościach ponad 150 m. Materiał ten, oprócz swych wartości konstrukcyjnych, posiada także niepowtarzalne walory sensoryczne. Ten wysoce przetworzony materiał powstaje poprzez sklejenie kilku warstw cienkich desek z drewna, dzięki czemu człowiek postrzega je podobnie jak materiał naturalny. Stwarza komfort psychiczny i jest tak samo przyjazne, ciepłe i oryginalne jak surowe drewno. Przemysłowo prefabrykowane drewno klejone zastosowane w pawilonach omawianych w niniejszym artykule zapewnia ponadto stałą jakość i odpowiednią kontrolę techniczną.

### 3. PAWILON CHILE

Pawilon chilijski zaprojektowany przez Cristiána Undurruga został wybrany spośród 21 projektów zgłoszonych w konkursie publicznym przeprowadzonym przez Kolegium Architektów i Chilijskiego Stowarzyszenia Architektów (AOA) w 2013 roku. Pawilon kontynuuje nurt narodowej architektury tworzonej na potrzeby wystaw światowych. Pawilon chilijski na Expo w Sewilli w 1992 roku autorstwa duetu architektów Germán del Sol y José Cruz mieścił w swym wnętrzu antarktyczną

górną lodową, natomiast pawilon na wystawie w Szanghaju w 2010 roku autorstwa biura Sabbagh Arquitectos był laureatem złotego medalu. Zadaniem pawilonu i ekspozycji na wystawie Expo w Mediolanie było ugruntowanie pozycji Chile jako ważnego producenta żywności przez podkreślenie jakości potraw i rozległości światowych rynków, do których dociera chilijski eksport.

Cechą wyróżniającą pawilon chilijski na tle stojących obok pawilonów Austrii i Iranu była masywna kratownica przestrzenna z klejonego drewna sosnowego. Skrywająca kubiczne formy masywna i ażurowa siatka trójkątów to synteza pawilonu, który natychmiast zapadał w pamięć odwiedzającego. Szkieletowa konstrukcja budynku górująca ponad uwolnionym parterem miała w sobie unikalność i szlachetną prostotę zapewniającą mu niebywałą ekspresję. Pawilon w całości widziany z dystansu był monumentalny. Z bliska ażurowa konstrukcja odbierana była fragmentarycznie, co zapewniało jej ludzką skalę. Szkieletowa kratownica przestrzenna była nie tylko poprawna pod względem technicznym, ale miała także rzadką w obecnych czasach autentyczność - forma i konstrukcja były tu absolutnie tożsame.

Główna konstrukcja nośna została zaprojektowana do wielokrotnego użytku. Zaprojektowany w du-

**Ryc. 1.** Pawilon Chile; fot. autor  
**Fig. 1.** Chile pavillion; photo by the author





**Ryc. 2.** Wnętrze pawilonu Chile; fot. autor  
**Fig. 2.** Chile pavillion interior; photo by the author

chu zrównoważonego rozwoju chilijski pawilon miał racjonalną modułową konstrukcję, pozwalającą na szybki montaż i demontaż. Dzięki tej architektonicznej innowacji budynek miał wrócić do Chile, gdzie miał być użytkowany po zakończeniu wystawy światowej. Wymiary i cechy charakterystyczne struktury umożliwiają dokonywanie zmian w układzie przestrzennym ścian działowych.

Założeniem ideowym pawilonu było wykorzystanie jego architektury do zbudowania przyjaznej i gościnnej atmosfery. Dostępny był on z poziomu pasażu wystawy Expo. Przestrzeń na poziomie parteru miała wolny plan i zapewniała odwiedzającym dużo cienia, natomiast tematyczne wystawy znajdowały się na kondygnacji powyżej. Ekspozycja wewnątrz pawilonu uzupełniona była przez urządzenia audiowizualne. Zwiedzanie kończyło się na parterze pawilonu, gdzie przy długim drewnianym stole odwiedzający mogli posmakować i kupić chilijskie produkty spożywcze.

### 3.1. Idea projektu

Pawilon chilijski możemy odczytać również na poziomie warstwy znaczeniowej. Jak pisze Jacek Krenz w *Architekturze znaczeń* [J. Krenz, 1997]: „*Artyzm architektury najpełniej bodaj wyraża się w sposo-*

*bie, w jaki odzwierciedla ona złożone treści kultury, z jej bogactwem znaczeń, symboli i archetypów. Owa warstwa znaczeniowa jest nieodzownym elementem formy architektonicznej wszędzie tam, gdzie przejawia się ona jako wartość estetyczna. Sztuka, czy to malarstwo, literatura czy architektura, jest zmysłowym wyobrażeniem myśli, jej krystalizacją. Projektowanie i budowanie to przekładanie myśli i idei na formy architektoniczne. Z kolei interpretacja każdej formy nieuchronnie prowadzi do pytania o jej ukryty wymiar, czyli znaczenie.*

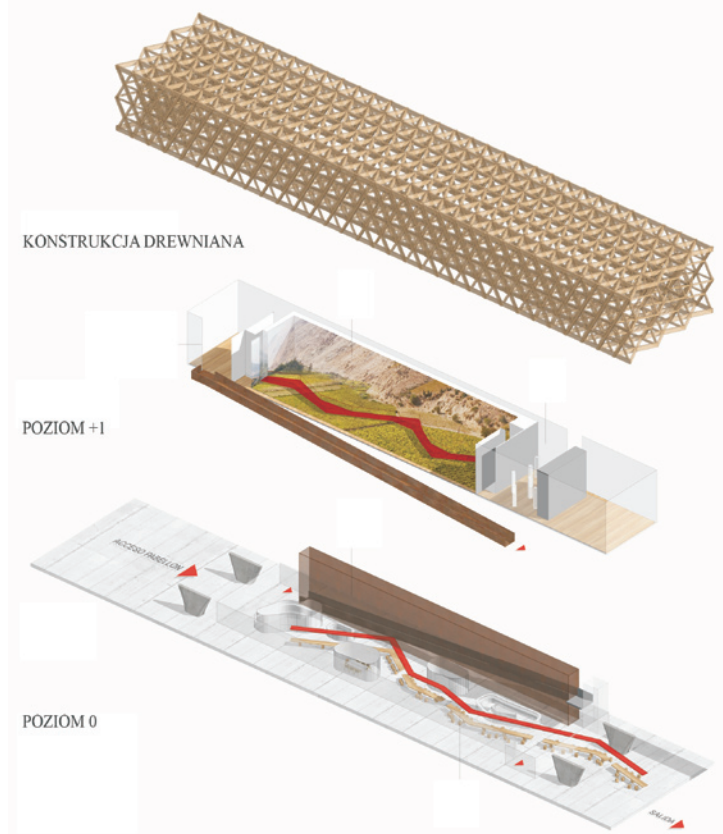
*Na warstwę znaczeniową składają się znaki i symbole. Każda przestrzeń niesie w sobie znak, komunikat, pełniący funkcję narracyjną, która umożliwia człowiekowi percepcję. Znak to coś postrzeganego zmysłami, co stoi zamiast czegoś innego.”*

W zamierzeniu architekta Cristiana Undurragi pawilon Chile miał przedstawić całą różnorodność produkcji spożywczej kraju. W jego słowach pawilon jest koszykiem, w którym znaleźć można najlepsze przysmaki. Przywoływany jest również obraz dużego pojemnika-kontenera, który pozwala ekspozycji poruszać się po świecie. Inna interpretacja to pole uprawne zawieszane pomiędzy przeszłymi jak most. Ten ostatni symbolizuje wiele rzeczy: łączenie ludzi, miejsc, czy też różnych rzeczywistości. Na szczęście wielowarstwowo-

wa i pogłębiona symbolika nie przysłaniały surowego przekazu struktury pawilonu, w którym architektura i treść są jednym. Uwidacznia się w tym miejscu bardzo silnie etyczny wymiar pojęcia prawdy. Wystawy światowe organizowane w przeróżnych miejscach przyzwyczyły nas do ekstrawaganckich pawilonów, w których uczestniczące państwa często eksponują pretensjonalne artefakty, tworząc widowisko atrakcyjne, lecz niereprezentatywne. Chilijski projekt bardzo wyraźnie odzwierciedlał zbiorowe uczucia i starał się pokazać mieszkańców kraju zasadniczo takimi, jakimi są naprawdę. Ujawnia się tu także koncepcja równości, uważana za jedną z wartości, jakiej współczesne społeczeństwo chilijskie od czasów demokratycznego przełomu kończącego dyktaturę generała Pinocheta domaga się dzisiaj. Budynek pomyślany był jako odzwierciedlenie Chile. Z jednej strony pawilon był bardzo bezpośredni, o ostrych kształtach i czytelnej geometrii, wybudowany z rodzimej sosny, miedzi i stalowych detali. Z drugiej, to budynek powściągliwy, który ma zwracać uwagę nie ekstrawagancją, lecz opanowaniem, trzeźwością i siłą prostoty, w którym odwiedzający doznawać będą „nie efektów, lecz afektów”. Zdaniem architekta również zastosowanie do budowy chilijskiego drewna było świadomym i koniecznym gestem, aby symbolicznie „zasadzić je w europejskiej glebie”. Drewno zapewniło nie tylko solidną konstrukcję i niebywałą ekspresję, umożliwiło również prefabrykację, późniejszą rozbiórkę w celu przeniesienia go z powrotem do Chile, co sprawiło że budynek nie jest w ten sposób jednorazowy.

### 3.2. Zastosowanie drewna

Chile jest krajem nie tylko zasobnym w lasy, przemysł drzewny zajmuje ważne miejsce w gospodarce narodowej. Nic zatem dziwnego, że materiał ten wybrano jako wizytówkę kraju. Należy do tego dodać niezwykłą, bo sięgającą XVIII wieku tradycję budownictwa drewnianego związaną z imigracją ludności niemieckiej. W Chile do tej pory zachowały się piękne przykłady drewnianej architektury sakralnej, a współcześnie powstaje wiele ciekawej architektury mieszkaniowej wykorzystującej ten materiał. Drewno cieszy się w Chile dużym prestiżem, a wzrastające od wielu lat zalesienie kraju kontrastuje z odwrotną tendencją w skali globalnej. Zastosowanie pochodzącego z Chile drewna pozwoliło pokazać jego walory oraz wszechstronność, a także zaprezentować krajową produkcję wysokiej jakości drewna i postęp technologiczny na arenie międzynarodowej. Do budowy pawilonu zastosowano drewno klejone z sosny kalifornijskiej (radiata) oraz płyty drewniane Melamina Vesto. Drewno sosnowe pozyskane z zarządzanych w sposób zrównowa-



**Ryc. 3.** Pawilon Chile – schemat ideowy;  
 źródło: <http://www.plataformaarquitectura.cl/>  
**Fig. 3.** Chile pavillion – ideogram;  
 source: <http://www.plataformaarquitectura.cl/>

żony lasów zostało wysłane drogą morską do Włoch, gdzie z zapewnieniem wysokich standardów technologicznych wykonano elementy drewna klejonego. Melamina Vesto to z kolei innowacyjna płyta wiórowa będąca kompozytem drewna, miedzi i aminoplastów, która zapewnia zwiększoną odporność na zawilgocenie i posiada właściwości antybakteryjne. Produkt ten, opracowany wspólnie przez chilijskie firmy Arauco i Codelco, wykorzystuje i promuje kolejny flagowy surowiec eksportowy tego kraju – miedź.

### 4. PAWILON FRANCJI

Podobnie jak w przypadku Chile, zadaniem pawilonu francuskiego było pokazanie zarówno narodowej kultury kulinarnej, jak i zaprezentowanie innowacji w budownictwie drewnianym. Do budowy pawilonu zaprojektowanego przez biuro architektoniczne XTU (Anouk Legendre & Nicola Desmaziere) na wystawę światową EXPO 2015 w Mediolanie wykorzystano wykonane w technologii CNC zakrzywione elementy konstrukcyjne. Francuski pawilon charakteryzuje się ażurową formą, stworzoną z umieszczonych podłużnie i poprzecznie dźwigarów z drewna klejonego.

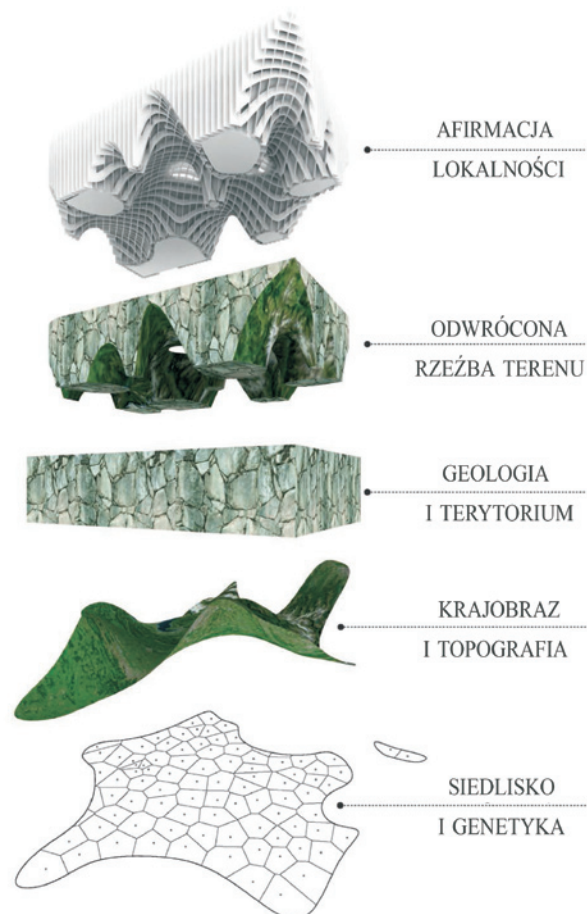


**Ryc. 4.** Pawilon Francji; fot. autor  
**Fig. 4.** Pavillion of France; photo by the author

Zaprojektowany za pomocą parametrycznych narzędzi obiekt wyróżnia się estetyką spotykaną w prototypowych designerskich meblach i projektach wnętrz. Zamysł konstrukcyjny może przywołać na myśl drewniane pawilony projektowane przez Davida Adjaye oraz eksperymentalne pawilony zaprojektowane i budowane przez studentów szkoły Architectural Association, w szczególności pawilony Swoosh i [C]space z 2008 roku [C. Schittich, 2010]. Obiekty te miały jednak dużo mniejszą skalę, ich program funkcjonalny ograniczał się do zapewnienia przekrycia, zaś pawilon francuski był trójkondygnacyjnym obiektem o powierzchni użytkowej przekraczającej 2000 m<sup>2</sup>.

#### 4.1. Idea projektu

Pracę nad projektem architekci zaczęli od rozmowy z ekspertami rolnictwa i socjologami, którzy narysowali im wizerunek kuchni francuskiej, będący rezultatem niebywałej różnorodności geograficznej i kulturowej kraju. Falujący sufit ze swymi szczytami i dolinami



**Ryc. 5.** Pawilon Francji – schemat ideowy; źródło: [www.x-tu.com](http://www.x-tu.com)  
**Fig. 5.** Pavillion of France – ideogram; source: [www.x-tu.com](http://www.x-tu.com)

symbolizuje owo zróżnicowanie topograficzne i klimatyczne kraju, rozmaite sposoby gospodarowania i produkcji żywności oraz mozaikę kulturową, która w rezultacie tworzy doskonałą kuchnię. Projektanci podążyli również innym tropem. Specyfikacja konkursu architektonicznego, w którym wyłoniony został projekt pawilonu, wskazywała na słynne paryskie Hale Baltarda jako na ponadczasowy symbol produkcji spożywczej i konsumpcji. Dzieło Wiktora Baltarda - kompleks hal targowych zbudowany w latach 1852-1872 w dzielnicy Hal, odwiecznej handlowej dzielnicy Paryża – zostało w powieści Emila Zoli nazwane „brzuchem Paryża” [E. Zola, 1957], bo zaopatrywało się tu w żywność całe miasto. Zespół pawilonów ze szkła i stali był klejnotem XIX-wiecznej architektury i na owe czasy manifestacją nowoczesności.

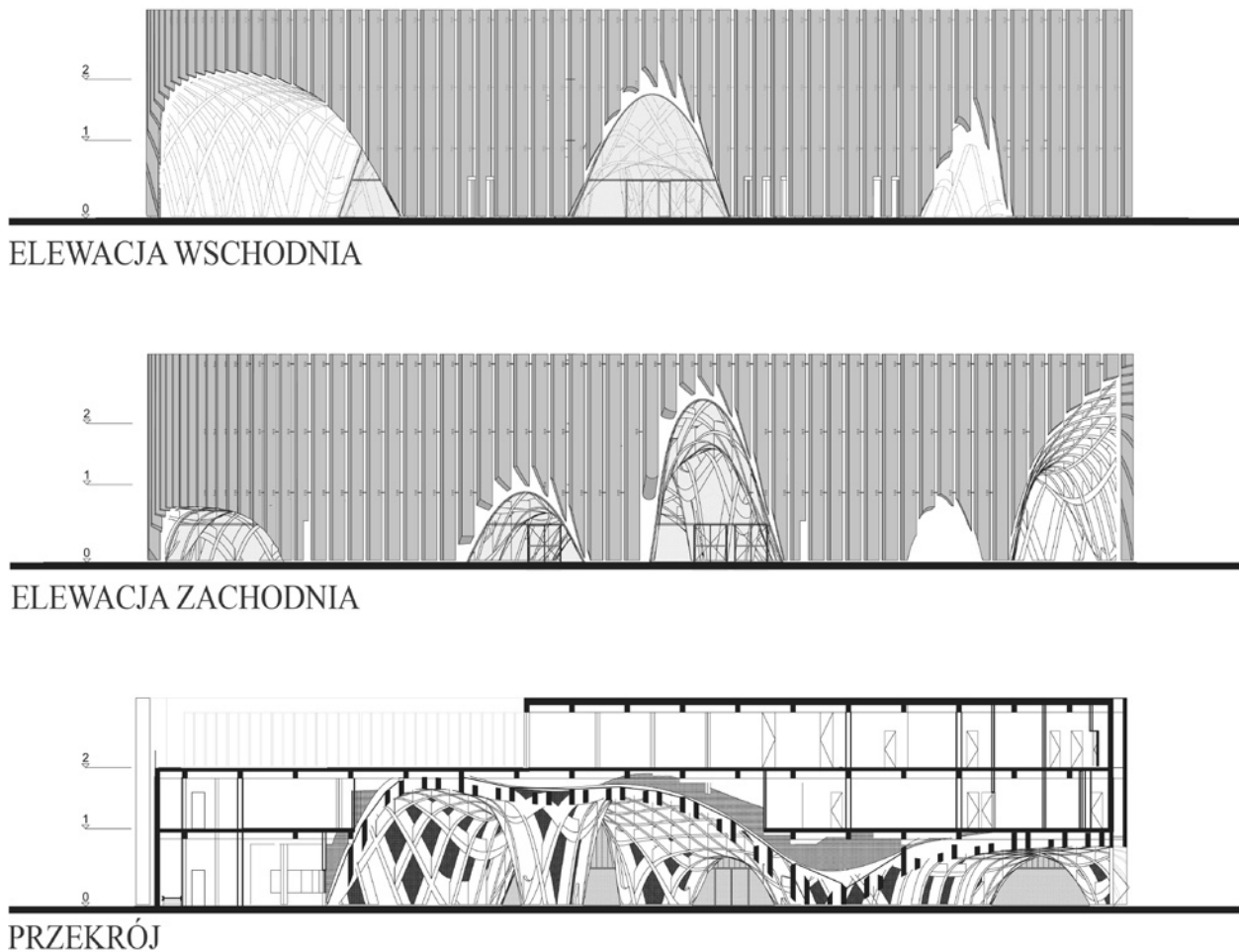
Forma pawilonu w postaci wydrążonego od spodu ażurowego prostopadłościanu o dwóch zaokrąglonych narożnikach interpretuje wzorzec Hal Baltarda jako swoiste skrzyżowanie, na którym spotykają się wszystkie produkty spożywcze. Architekci z biura XTU sięgnęli do archetypu rynku - wolnej przestrzeni pod

jednym ogromnym dachem, na którym prowadzona jest uprawa ziół i warzyw. Otwartość budynku manifestowana jest przez liczne wejścia, do których docieramy, pokonując ogród warzywno-ziolowy. Zwabieni do środka goście zanurzali się w świat odwrócony do góry nogami. Dwukrzyżownicowa powierzchnia drewnianej struktury sufitu była w zamyśle projektantów odwróconym modelem hipsometrycznym, ukazującym zróżnicowanie ukształtowania terenu kraju. Efektowna drewniana konstrukcja została pomyślana jako trejaż dla rosnących na zewnątrz jadalnych roślin pnących. Od wewnątrz puste pola pomiędzy ustawionymi prostopadle dźwigarami wykorzystane zostały do prezentacji podwieszonych do falującego sufitu produktów spożywczych i przyrządów kuchennych. Odwiedzający pawilon goście od dołu oglądali 'francuskie menu', przyprawiającą o zawrót głowy szaloną ekspozycję produktów, specjałów i przyborów kuchennych. Antresola pawilonu mieściła biura, sale projekcyjne, zaś na najwyższym poziomie znajdowała się restauracja, w której potrawy przyrządzane były z uprawianych na miejscu przy użyciu procesów hydroponicznych warzyw i aromatycznych ziół.



Ryc. 6. Wnętrze pawilonu Francji; fot. autor  
Fig. 6. Pavillion of France, interior; photo by the author





**Ryc. 7.** Pawilon Francji – elewacje i przekrój; źródło: [www.x-tu.com](http://www.x-tu.com)  
**Fig. 7.** Pavillion of France – elevations and section; source: [ww.x-tu.com](http://ww.x-tu.com)

#### 4.2. Drewniana konstrukcja pawilonu

Francuski pawilon wykorzystywał innowacyjną konstrukcję w postaci kratownicy z drewna klejonego na ortogonalnej siatce 1,5 m. Konstrukcja w kierunku podłużnym, jak i poprzecznym składała się z krzywoliniowych dźwigarów z drewna klejonego, pełniących również funkcję podpór pawilonu. Do jej zaprojektowania architekci wykorzystali narzędzia modelowania parametrycznego, dzięki czemu osiągnięto wysoką efektywność pod względem statyki i wydajności materiałowej. Wszystkie drewniane elementy o zmiennej wysokości przekroju i strzałce ugięcia wykonane zostały za pomocą robotów CNC przez francuską firmę Simonin. Staranne wykonanie węzłów drewnianej kratownicy zapewniło bardzo stabilne połączenia. Swobodnie falująca powierzchnia spodu konstrukcji tworząca układ kwadratowych kasetonów zapewniła szczególną ekspresję wnętrza pawilonu, świadczącą

o szerokich możliwościach kształtowania drewna metodami przemysłowymi i stanowiącą wizytówkę innowacji we francuskiej architekturze.

Projektanci pawilonu francuskiego przyjęli podejście *low-tech* - cały budynek mógł być bez większych trudności i wysiłku zdemontowany i ponownie zmontowany w nowym miejscu. Dzięki licznym otworom i zlokalizowanym w centralnym punkcie obiektu clerestorium przeznaczonym do usuwania nadmiaru ciepłego powietrza wewnątrz pawilonu było w sposób naturalny wentylowane i chłodzone, co przekładało się na niski pobór energii.

#### PODSUMOWANIE

Wystawy światowe od 1851 roku (Londyn) są okazją do współzawodnictwa we wszystkich dziedzi-

nach produkcji oraz techniki i technologii. Przykładowo zbudowana na paryską wystawę światową w roku 1889 wieża Eiffla miała zademonstrować poziom wiedzy inżynierskiej i możliwości techniczne epoki. „Szukamy w architekturze odbicia postępu, jakiego nasz okres dokonał na drodze uświadomienia sobie swoich cech — swych specjalnych ograniczeń i możliwości, potrzeb i celów. Architektura umożliwia wgląd w ten proces, będąc tak bardzo związana z życiem okresu jako całością. W architekturze wszystko odzwierciedla warunki charakteryzujące wiek, w którym się ona rozwija — począwszy od upodobań do pewnych form, aż do sposobów rozwiązywania specyficznych zagadnień budownictwa, uznanych za najbardziej naturalne. Jest ona produktem wszelkiego rodzaju czynników — społecznych, ekonomicznych, naukowych, technicznych, etnologicznych” [S. Giedion, 1968; s. 43]. Organizatorzy kolejnych wystaw dążą do prześcignięcia poprzednich, m.in. w dziedzinie rozwiązań technicznych i architektonicznych czy rozmachu uroczystości oficjalnych. Pawilony EXPO, jako grupa realizacji, stanowią jeden z najbarwniejszych przykładów „gier i zabaw” architektury współczesnej. Architektury tymczasowej, tworzonej niejako „na niby”, za to z potężnym przekazem medialnym, wizerunkowym i komercyjnym.

Wątki rozwoju technologicznego, tendencje ekologiczne, czy tak jak w przypadku wystawy w Mediolanie problem wyżywienia świata naturalnie nadal są na pierwszym planie. Kiedy o sukcesie pawilonów narodowych decyduje często ich teatralny wizerunek, przebojowość i marketingowa chwytliwość, tym bardziej należy docenić pawilony wykorzystujące najnowsze osiągnięcia technologiczne budownictwa. Zastosowanie drewna klejonego w tak odmiennych ideowo i formalnie pawilonach Chile i Francji jest przykładem zrównoważonego projektowania i innowacyjnego rozwoju współczesnej architektury drewnianej i jednocześnie wpisuje się w strategię dotyczące wymogów środowiskowych. Obydwa pawilony zwracają uwagę ścisłą integracją funkcji, formy i konstrukcji, w których jak echo pobrzmiewają składowe witruwiańskiej koncepcji: utilitas, venustas, firmitas. Budynki te zapadają w pamięć odwiedzających Wystawę Światową bez potrzeby angażowania dodatkowych środków lub specjalnych efektów charakterystycznych dla pawilonów innych krajów. Bez wątplenia w obydwu przypadkach mamy do czynienia z uwypukleniem drewnianej konstrukcji jako zabiegiem formalnym i marketingowym, którego celem jest zmanifestowanie możliwości budownictwa drewnianego oraz reklama krajowego przemysłu drzewnego. Pawilon francuski tworzą elementy wielkogabarytowe, natomiast pawilon Chile to kratownica przestrzenna składająca się z wielu krzyżulców. Ponadto obydwaj

pawilony wyróżnia prostota instalacji konstrukcji, która umożliwia jej rozbiórkę i budowę w nowej lokalizacji. Wzrastające zainteresowanie niskoenergetycznymi, wysokosprawnymi i ekologicznymi rozwiązaniami budowlanymi w dalszym ciągu stymulować będzie wzrost zainteresowania drewnem, którego naturalne pochodzenie wyróżnia je na tle innych materiałów, których produkcja oparta jest na tradycyjnej ekstrakcji surowców i ich procesach. Nowoczesna technologia produkcji jest w stanie wydobyć z naturalnych materiałów ich najlepsze cechy, zapewniając jednocześnie wytrzymałość, trwałość, odporność na czynniki atmosferyczne i korozję biologiczną oraz niskie nakłady związane z utrzymaniem. Rynek materiałów budowlanych oferuje szeroką gamę produktów, gdzie zastosowanie znajdują produkty i odpady rolnictwa, leśnictwa oraz przemysłu drzewnego. Wykwalifikowani projektanci i wykonawcy rozumiejący unikatowe własności i uwarunkowania tej grupy produktów mogą istotnie wpłynąć na obniżenie energochłonności w pierwszej fazie cyklu życia obiektu budowlanego. Produkty z drewna klejonego sprzyjają innowacyjnym zastosowaniom w budynkach, które pozwalają tchnąć świeżą energię w ich architekturę. Spełniają one wszystkie warunki niezbędne dla powstania dobrej architektury: ekonomiczność, funkcjonalność, estetykę i bezpieczeństwo, zaś swoboda kształtowania elementów dostępna dzięki nowoczesnej technologii porusza emocje i pozwala kreować przestrzeń o niepowtarzalnym charakterze.

## LITERATURA

1. **Berge B. (2001)**, *The Ecology of Building Materials*, Oxford Architectural Press, Oxford.
2. **Booth L.G. (1994)**, *Henry Fuller's Glued Laminated Timber Roof for Rusholme Road congregational Sunday School and other early Timber Roofs*, "Construction History Society", 1994 (vol. 10).
3. **Giedion S. (1968)**, *Przestrzeń, czas i architektura. Narodziny nowej tradycji*, PWN, Warszawa.
4. **Górzyński J. (2004)**, *Obciążenia środowiska w produkcji wyrobów budowlanych*. Prace naukowe ITB, Warszawa.
5. **Krenz J. (1997)**, *Architektura znaczeń*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk.
6. **Kysiak M. (1998)**, *Architektura pawilonów wystawowych: funkcja, forma, konstrukcja*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
7. **Lyons A. (2004)**, *Materials for Architects and Builders*. Elsevier Butterworth-Heinemann, Amsterdam.
8. **Schittich C. (2010)**, *In Detail Small Structures: Compact Dwellings Temporary Structures Room Modules*, Birkhauser.
9. **Zola E. (1957)**, *Brzuch Paryża*, Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa.