

ARCHITEKTURA

CZASOPISMO TECHNICZNE

TECHNICAL TRANSACTIONS

ARCHITECTURE

WYDAWNICTWO

POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

8-A/2010

ZESZYT 18

ROK 107

ISSUE 18

YEAR 107

MAŁGORZATA BRYCH*

REALIZACJA CELÓW HUMANITARNYCH DZIĘKI NOWYM ROZWIĄZANIOM TECHNOLOGICZNYM

ACCOMPLISHMENT OF HUMANITARIAN OBJECTIVES THROUGH NEW TECHNOLOGICAL SOLUTIONS

Streszczenie

W niniejszym artykule przedstawiono zalety i możliwości architektoniczne membran konstrukcyjnych oraz przykłady ich zastosowania w budownictwie humanitarnym. Scharakteryzowano realizacje struktur membranowych na podstawie podziału na różne typy budownictwa.

Słowa kluczowe: konstrukcje membranowe, przekrycia tekstylne, membrany architektoniczne, budownictwo awaryjne, budownictwo humanitarne

Abstract

The paper summarizes the advantages and possibilities of structure membranes and examples of usage in humanitarian building. Execution of certain membrane structures was characterized in accordance with a division into different types of building.

Keywords: membrane structures, textile canopy, architectural membranes, emergency building, humanitarian design

* Mgr inż. arch. Małgorzata Brych, Wydział Architektury, Politechnika Poznańska.

1. Membrany architektoniczne

Dla ciężkich, monumentalnych budowli murowanych, żelbetowych czy stalowych doskonałym uzupełnieniem architektonicznym mogą być lekkie konstrukcje membranowe. Konstrukcje te mogą być tworzone jako samodzielne lub jako elementy budownictwa tradycyjnego. Konstrukcje powłokowe zyskują coraz większą popularność, jednak nawet stworzenie prostej struktury wymaga współpracy specjalistów do opracowania projektu, wykonania obliczeń, wyprodukowania i montażu powłoki.

Membrany architektoniczne wykonane z tkanin o wysokiej wytrzymałości pokryte foliami PCV, EFTE lub z włókna szklanego są idealnym materiałem budowlanym do realizacji wysoko wytrzymałościowych, filigranowych struktur na konstrukcjach stalowych szkieletowych lub linowych. W konstrukcjach membranowych, tkanina – kompozyt tkanego podkładu – jest jednocześnie głównym elementem konstrukcyjnym i powłoką przekrycia. Materiały te posiadają niezaprzeczone zalety, które otwierają nowe możliwości dla realizacji celów humanitarnych.

Zalety konstrukcji membranowych [7]:

- duża odporność na warunki atmosferyczne,
- duża przepuszczalność światła przez transparentne materiały (wnętrza w ciągu dnia nie wymagają dodatkowego, sztucznego oświetlenia) przy jednoczesnym braku efektu olśnienia,
- bardzo mały ciężar przekrycia (około 1,5 kg/m²) przy stosunkowo dużej wytrzymałości. W polskich warunkach klimatycznych membrana przenosi obciążenie śniegiem i wiatrem przy rozpiętości około 35 m (bez dodatkowych punktów podparcia i podwieszenia),
- niewielki ciężar konstrukcji nośnej, którą stanowią elementy rozciągane (ciągną) oraz ściskane (słupy, łuki),
- gładkość przekrycia – śnieg się na nich nie utrzymuje, a deszcz zmywa osiadające pyły,
- elegancki, reprezentatywny wygląd,
- łatwy i szybki montaż,
- długowieczność,
- doskonały współczynnik ekonomiczny cena – jakość.

Właściwości konstrukcyjne:

- brak sztywności na zginanie,
- przenoszenie tylko sił rozciągających,
- geometryczna nieliniowość układu.

2. Konstrukcje membranowe w praktyce

Tego typu konstrukcje są niebagatelnym wyzwaniem dla projektantów. Wymagają bardzo starannego doboru materiałów, zamocowań, uszczelnień elementów naprężających i uwzględnienia wielu parametrów, innych niż w tradycyjnym budownictwie. Te lekkie konstrukcje powinny nie tylko być odporne na czynniki atmosferyczne, ale muszą opierać się burzom, wiatrom i deszczom nie gorzej niż konstrukcje murowane czy stalowe.

Membrany używane dzisiaj to przede wszystkim: tkanina z włókna szklanego, pokryta teflonem (PTFE), poliester pokryty winylem (PVC), siatka tkana z polietylenu o wysokiej gęstości (HDPE), jednoskładnikowe folie (np. polimer etylenu i fluoru – ETFE). Stwarzają one w dziedzinie architektury zupełnie nowe możliwości i dają efekty, których nie da się uzyskać w technologiach tradycyjnych.

Możliwości zastosowania budowli membranowej są niezmiernie szerokie. Najczęściej są one używane w budowie obiektów sportowych, estradowych, komunikacyjnych, przemysłowych i w rolnictwie. Jednak coraz powszechniej wykorzystuje się je przy budowie obiektów użyteczności publicznej i prywatnej. Konstrukcje membranowe świetnie spełniają swoją rolę tam, gdzie ważna jest przyjazna atmosfera pomieszczeń, dzienne światło oraz gdzie zależy nam na przykryciu wielkich powierzchni lekkimi konstrukcjami. Mogą być rewelacyjnym materiałem do budowy schronień, budownictwa awaryjnego i tymczasowego.

3. Przykłady realizacji struktur membranowych

3.1. Budownictwo sportowo-rekreacyjne

Konstrukcje membranowe mają szerokie zastosowanie w obiektach sportowych, zarówno jako elementy elewacyjne, jak i jako przekrycia trybun sportowych. Membrany wykorzystywane są często w projektowaniu sal sportowych, stadionów piłkarskich, kortów tenisowych i basenów.

3.1.1. Basen Olimpijski w Pekinie Water Cube

Basen otwarty na XXIX Igrzyska Olimpijskie 2008 w Pekinie ma półprzezroczystą strukturę zewnętrzną, zachowaną w niebieskim tonie, co powoduje, że wygląda jak kostka zbudowana z pęcherzyków powietrza, podobnie jak plastik pęcherzykowy.

Błękitne bąbelki na fasadzie wykonane z membrany ETFE oddają wdzięk wody. Struktura membranowa składająca się z 3000 pneumatycznych poduszek pokrywająca powierzchnię 110 000 m² jest największa na świecie. Water Cube jest także jedynym budynkiem użyteczności publicznej, który jest w całości wykonany ze struktury membranowej.

Każdy z 3000 bąbelków może przenieść ogromny ciężar. Membrana ETFE ma dużą wytrzymałość na siły rozciągające i zginające. Po nadmuchaniu każda część membrany może przenieść ciężar samochodu. Membrana ma też wysoką odporność ogniową i dobre właściwości izolacyjne.

Membrana ETFE jest samoczyszcząca. Struktura materiału nie stwarza wysokiego oporu tarcia przez co kurz nie osadza się na niej łatwo. Nawet jeśli się osadzi, podczas deszczu powierzchnia łatwo się oczyszcza.

Wodna Kostka została zbudowana tak, że po zakończeniu Igrzysk Olimpijskich zostanie ona przekształcona w Centrum Handlowe i Centrum Wypoczynkowe, w którym znajdować się będą korty tenisowe, sklepy sprzedaży detalicznej, kluby nocne i restauracje.



II. 1. Basen Olimpijski w Pekinie [9]

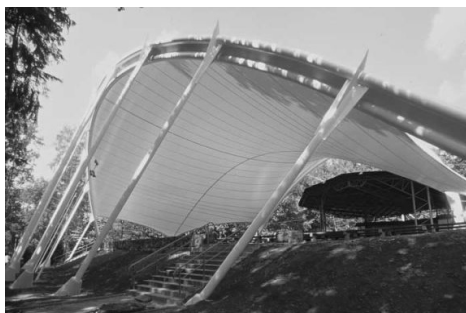
III. 1. The Olympic Aquatic Center in Beijing [9]

3.2. Budownictwo obiektów rozrywkowo-widowiskowych

3.2.1. Amfiteatr w Ustroniu

W projekcie zadania widowni amfiteatru w parku miejskim w Ustroniu, po analizie wielu możliwych form przekrycia i specjalistycznych konsultacjach, już na etapie przetargu wybrano łukowy kształt dźwigarów konstrukcji nośnej, nadający membranę formę siodła.

Współpraca między architektami, konstruktorami i producentami membrany polegała na stałym uzupełnianiu trójwymiarowego modelu CAD, oddającego z dokładnością co do milimetra geometrię przekrycia i elementów stalowych (wymagana precyzja wynosiła 5 mm, przy rozpiętości tak zwanego „dużego łuku” wynoszącej 75 m).



II. 2. Amfiteatr w Ustroniu [13]

III. 2. The Amphitheater in Ustronie [13]

3.3. Budownictwo handlowo-usługowe

3.3.1. Xi Model House

Xi Model House w Korei Płd. to połączenie centrum usługowego z kulturalnym w nowoczesnym, dynamicznym stylu. Połączenie latających linii i krzywych daje wrażenie ruchu a transparentne ściany pozwalają na naturalne doświetlenie wnętrza. Strukturę pokrywa membrana ETFE.



II. 3. Xi Model House [12]

III. 3. Xi Model House [12]

3.4. Przekrycia wiat i zadaszzenia

3.4.1. Lotnisko w Chorwacji

Struktura organiczna przekrywająca wejście do głównego lotniska w Splicie o powierzchni ok. 2000 m². Konstrukcja 12 „parasoli” ma nawiązywać do lasu, gdzie najwyższe „drzewo” ma 14 m wysokości [2].



II. 4. Lotnisko w Chorwacji [12]

III. 4. Airport in Croatia [12]

Pnie są jednocześnie rurami spustowymi i wspornikami dla instalacji elektrycznych.

3.4. Budownictwo awaryjne

Budownictwo awaryjne to szybkie, lekkie budownictwo, łatwe w transporcie i możliwe do posadowienia w każdym terenie. Jest to propozycja socjalnego rozwiązania budowlanego, które można stworzyć w krótkim czasie i w razie potrzeby zdemontować. Budownictwo awaryjne jest dużym wyzwaniem dla architektów, dając szerokie możliwości wykorzystania nowoczesnych technologii i materiałów [6].

Podstawową zasadą budownictwa humanitarnego jest potrzeba zabezpieczenia schronienia ludziom dotkniętym naturalnymi klęskami żywiołowymi, patologiami społecznymi i nieszczęściami losowymi. Potrzeby w tej dziedzinie stale narastają. Ludzie doświadczeni tragediami i nieszczęściami czują się często obcy we własnym środowisku, co może zapoczątkować rozwój przestępczości i stać się zagrożeniem ładu społecznego [5].

Konstrukcje membranowe dzięki swej lekkości, małym rozmiarom i elastyczności sprawdzają się doskonale w budownictwie awaryjnym. Zalety materiału pozwalają na łatwy i tani transport do miejsc objętych katastrofą i prosty montaż na miejscu.

3.4.1. Struktura Kengo Kuma

Dmuchana struktura japońskiego architekta pozwala na szybki montaż schronienia w każdych warunkach.

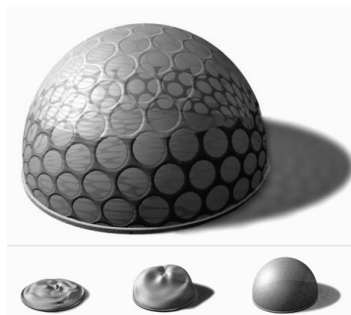


II. 5. Herbaciarnia w ogrodzie Muzeum Sztuki Nowoczesnej we Frankfurcie [11]

III. 5. Teahouse in the garden of Museum für Angewandte Kunst in Frankfurt [11]

3.4.2. Nadmuchiwane domy

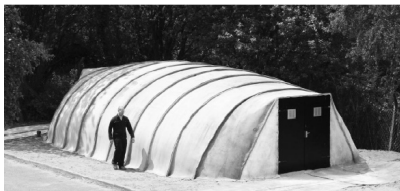
Nadmuchiwane domy to synergia konstrukcji betonowej z membranowymi.



II. 6. Nadmuchiwane schronienia [8]

III. 6. Inflatable houses [8]

Struktura dostarczana jest jako złożona tkanina, która na miejscu jest pompowana i polewana wodą. Powłoka cementowa na tkaninie wiąże się z wodą i twardnieje. Struktura może już po 24 godzinach być gotowa do użycia [1].



II. 7. Nadmuchiwane schronienia [8]

III. 7. Inflatable houses [8]

3.4.3. Wall House

Wall House, czyli dom-namiet zaprojektowany przez architektów z FAR Frohn & Rojas składa się z wielu ustawionych warstwowo ścian i przepierzeń, które tworzą zacienione miejsca zarówno wewnątrz domu, jak i na zewnątrz. Dom powstał nieopodal autostrady na prowincji w Chile [3].

Żywopłot otaczający działkę w okolicach Santiago, to pierwsza ściana – zdaniem architekta Marca Frohna. Drugi mur to biała siatka wykonana z polimerów, która otacza sam dom. Wykonana jest z materiałów stosowanych zwykle w szklarniach, paski aluminium wplecione w siatkę mają za zadanie odbijać lub absorbować promienie słońca w zależności od potrzeby [4].

Za siatką kryje się zacienione podwórze, dodatkowo otoczone moskitierą. Sam budynek wykonano ze szkła i poliwęglanu, opartych na drewnianej konstrukcji nośnej.



II. 8. Wall house [10]

III. 8. Wall house [10]

4. Membrany jutra

Struktury membranowe zadomowiły się już na stałe w konstrukcjach budowlanych. Wraz z rozwojem technologii chemicznych włókien i folii stale poszerza się baza materiałowa powłok, których przydatność w budownictwie może dać rewolucyjne efekty. Obecnie dostępne powłoki dawno przestały być materiałami nadają-

cymi się tylko na namioty, a stały się doskonałymi materiałami na lekkie przekrycia, ściany membranowe, elementy elewacyjne, a nawet konstrukcyjne. Stwarzają szerokie możliwości stosowania w budownictwie humanitarnym i awaryjnym. Mogą one z powodzeniem być stosowane łącznie jako element budownictwa tradycyjnego, nadając mu nowe cechy i właściwości. Właściwości i parametry techniczne nowych materiałów na membrany gwarantują niebywałe wytrzymałości i odporności na czynniki atmosferyczne, czyniąc je pełnowartościowymi materiałami budowlanymi.

Warto wspierać rozwój nowych technologii i materiałów budowlanych, które stwarzają nowe możliwości projektowe i konstrukcyjne, a których ograniczenia mogą jedynie dotyczyć wyobraźni projektantów.

Literatura

- [1] Architecture for humanity, *Design Like You Give a Damn: Architectural Responses to Humanitarian Crises*, Metropolis Books, 2006.
- [2] Berger H., *Light Structures – Structures of Light*, Authorhouse, 2005.
- [3] Collective work, *Prefab Houses*, Taschen.
- [4] Cullerton E., Galindo M., *Contemporary Prefab Houses*, Daab, 2007.
- [5] Davis I., *Shelter after disaster*, Oxford Polytechnic Press, 1978.
- [6] Davis S., *Designing for the homeless: Architecture that works*, University of California Press, 2004.
- [7] Frei O., *Dachy wiszące: forma i konstrukcja*, Arkady, Warszawa, 1959.
- [8] <http://www.core77.com>.
- [9] <http://en.beijing2008.cn>.
- [10] <http://www.f-a-r.net>.
- [11] <http://www.interactivearchitecture.org>.
- [12] <http://www.makmax.com.au>.
- [13] <http://www.muratorplus.pl/technika/>.