

KRZYSZTOF ZALEWSKI, ADAM GIL*

INNOWACYJNE OBIEKTY ARCHITEKTONICZNE A MOŻLIWOŚCI I OGRANICZENIA TECHNICZNO- -MATERIAŁOWE W ICH REALIZACJI

TECHNICAL AND MATERIAL POSSIBILITIES AND LIMITATIONS IN IMPLEMENTATION OF INNOVATIVE ARCHITECTURAL OBJECTS

Streszczenie

Współczesna architektura przechodzi metamorfozy związane z powszechną komputeryzacją. Zmiany te obejmują sposób myślenia o przestrzeni, warsztat projektowania i wytwarzania budynków. Architektura wymyka się klasyfikacjom formalnym i technicznym – jest ona określana mianem architektury *non-standard*. Jednak sposób konstruowania obiektu nie spełnia tej wizji. Ograniczenia warsztatu projektowego i technologii sprawiają, że powstające obiekty są jedynie jej namiastką. Widoczne są jednak próby dostosowania technologii do wizji. Potrzeba zmian sięga ku rozwiązaniom, które sprostają nowym wymaganiom technicznym i cywilizacyjnym, a które powinny zostać spełnione przez jeden materiał. Aplikacja nowego tworzywa umożliwi architektom nieskrępowaną swobodę twórczą.

Słowa kluczowe: non-standard, CAD, CAAD, CIM, CAM, masowa indywidualizacja, deformacja

Abstract

Contemporary architecture undergoes metamorphoses related to global computerization process. The changes affect perception of space, methods used to design and manufacture buildings: today architecture defies already known formal and technical categories and is described as *non-standard* architecture. However, the construction of a physical object often does not meet the requirements imposed by the above vision due to limitations of design workshop and technology. Yet the attempts to adjust technology to architects' visions are observable. The need for changes looks for solutions that will meet new demands of technology and civilization and which should be fulfilled by one material. Application of such a new material will give architects unlimited creative freedom

Keywords: non-standard, CAD, CAAD, CIM, CAM, mass customization, deformation

* Dr inż. arch. Krzysztof Zalewski, dr inż. arch. Adam Gil, Wydział Architektury, Politechnika Śląska w Gliwicach.

1. Innowacje w architekturze

Współczesna architektura przechodzi metamorfozy, wśród których daje się wyróżnić kilka istotnych kierunków:

- projektowanie budynków inteligentnych, które pozwalają automatycznie dostosowywać środowisko, (np. aranżację wnętrz) do indywidualnych upodobań i oczekiwań użytkownika;
- odejście od powtarzalności w geometrii budynków na rzecz różnorodności indywidualnie projektowanych elementów. Kierunek ten kreuje nowy język estetyczny. Masowa produkcja zastępowana jest masową indywidualizacją (*mass customization*);
- podejście zrównoważone – stapianie budynku z otaczającym go krajobrazem – budynki zdają się tworzyć sztuczny krajobraz płynnie wpisujący się w naturalne otoczenie.

Te wynikające z różnych przesłanek tendencje wykazują zbieżność w wielu zakresach (zarówno w procesie twórczym, jak i realizacyjnym). Choć podłoże zmian jest głębsze, najbardziej widać formalne podobieństwo rozwiązań architektonicznych. U ich źródła leży powszechna komputeryzacja. Wpływa ona na każdą sferę życia, w tym na sposób myślenia architektów: „Mikroprocesory wyraźnie ewokują wizerunki różniące się od tych wywołanych przez obiekty mechaniczne. Wizerunki te nie są tyle formami, ile przestrzemią, w której płyną niewidzialne rzeczy”¹. Charakterystyczne jest, że architektura tworzona za pomocą komputerów skutkuje powstaniem obiektów wymykających się znanym klasyfikacjom formalnym i technicznym. Architektura taka nie stanowi kontynuacji wcześniejszych stylów, trendów, wzorców czy zasad – jest określana mianem architektury *non-standard* (niestandardowej). Równocześnie jesteśmy w sytuacji, w której możliwości i oczekiwania projektowe wyprzedziły znacznie możliwości realizacyjne. Przełożenie wizji na realizację materialną kuleje – najczęściej realizacja nie spełnia oczekiwań sformułowanych na etapie koncepcji. Nadal bowiem podstawowym materiałem budowlanym są beton, cegła i stal – materiały tradycyjne o ograniczonych możliwościach. W rezultacie powstają obiekty, które są jedynie namiastką koncepcji.

Obecnie widoczne są jednak próby poszukiwania technologii budowlanych, takich jak masowa indywidualizacja, które dawałyby szansę realizacji części wizji projektowych. Jednak zmiany te są niewystarczające. Potrzeba zmian sięgających głębiej – do samych podstaw technologii materiałów budowlanych. Potrzebne są nowe rozwiązania pozwalające na jednoczesne spełnienie przez jeden materiał wielu wymagań, takich jak energooszczędność, interaktywność czy wytrzymałość. Zostanie to omówione w dalszym toku rozważań.

2. Wymogi dla struktury i materiałów

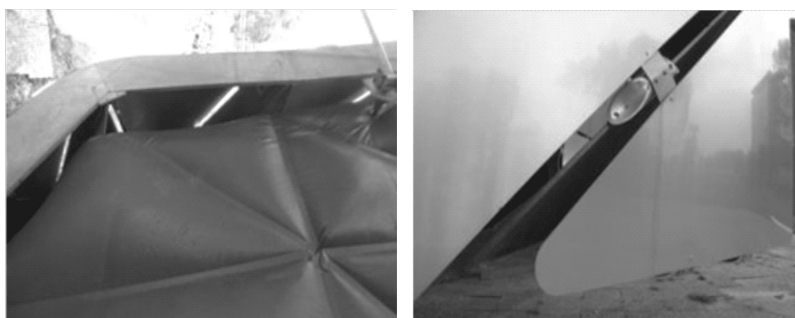
Nowe techniki projektowe uwolniły wyobraźnię architektów, którzy stawiają nowe wymagania dla właściwości materiałów i elementów budowlanych oraz sposobów ich wytwarzania.

2.1. Struktura i komponenty budynku

W obecnej sytuacji sposób budowy obiektu *non-standard* w zakresie podstawowych komponentów obiektu nie różni się zasadniczo od tradycyjnego. Zasadniczą różnicą jest

¹ Toyo Ito [1].

sposób wytwarzania poszczególnych, indywidualnych elementów konstrukcji, okładzin, etc. za pomocą metod CAM. Jednocześnie pojawia się rozdziew pomiędzy koncepcją obiektu kreowaną za pomocą komputera a możliwościami wykonawczymi. Przegląd detali zrealizowanych obiektów wskazuje, że w szczególności materiały izolacyjne i wykończeniowe prezentują niski poziom techniczny, jeżeli chodzi o estetykę, trwałość oraz parametry techniczne. Przyzwoity poziom prezentują jedynie elementy konstrukcyjne i proste okładziny (szkło, elementy blaszane). Jest to stan akceptowalny w przypadku obiektów eksperymentalnych i tymczasowych, jednak ograniczający wdrożenie omawianych technik na większą skalę (il. 1).



- II. 1. ONL Web of North Holland. Eksperymentalny pawilon multimedialny – zaprojektowany i wykonany za pomocą komputera w systemie szkieletu stalowego z pokryciem aluminiowymi łuskami. Niestety w detalach widać typowe mankamenty architektury non standard: łuski nie tworzą szczelnej powłoki, są przymocowane do szkieletu za pomocą aluminiowych tulei i nitów. Izolacja termiczna wykonana wtórnie poprzez wypełnienie części szkieletu powłoką – workiem z tworzywa wzmocnionego płótnem. Izolację termiczną stanowi granulata wypełniający worek (fot. K. Zalewski)
- III. 1. ONL Web of North Holland Experimental multimedia pavilion – designed and built (with the use of computer) as a steel frame covered with aluminum layer (consisting of scales). Unfortunately, the details show typical faults of non-standard architecture: scales, attached to the frame with aluminum liners and rivets, do not form a tight shell. Thermal insulation filling parts of the skeleton comprises of a bag with granular (photo by K. Zalewski)

Jednocześnie w obecnym stanie rozwoju awangardowych technik komputerowych w budownictwie obserwuje się stapianie procesów projektowania, wytwarzania i użytkowania. Dążyć należy do opracowania technik i technologii umożliwiających koncepcji na budynek – m.in. poprzez spełnienie kilku funkcji (np. konstrukcyjnej, wykończeniowej, multimedialnej) przez pojedynczy element budynku jednocześnie.

Z oczywistych względów jest to trudne, ale jak pokazują pierwsze przykłady, do pewnego stopnia możliwe.

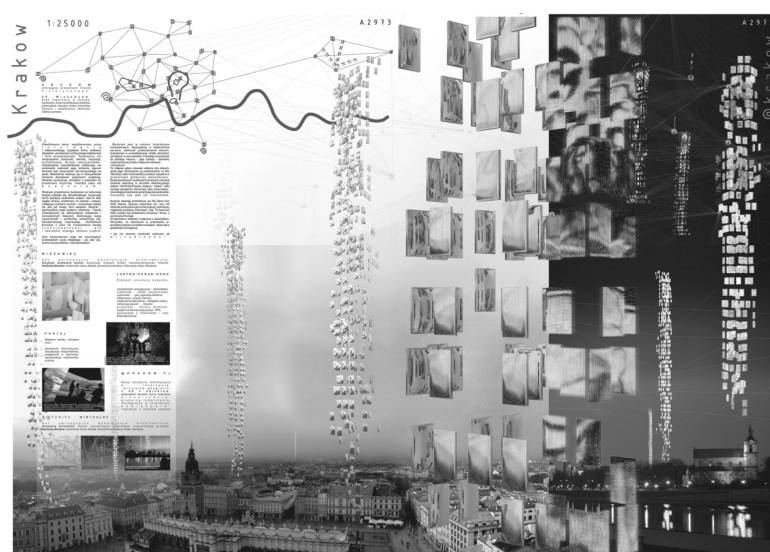
2.2. Materiały budowlane

Materiały budowlane poza czynnikami omówionymi wyżej powinny spełniać wymogi wynikające z nowych funkcji budynku jako nośnika i przekaźnika informacji, a także nowej formy, funkcji i konstrukcji. Zastosowanie analogicznych materiałów czy elementów jako komponentów dachów, ścian, czy elem. wykończeniowych wymaga łącznego spełnienia wielu wymagań co do np. podatności na zmiany kształtu, własności konstrukcyjnych i este-

tycznych, możliwości przekazywania informacji (za pomocą dźwięku, obrazu, etc.), monitorowania stanu obiektu i ludzi w nim przebywających, a także spełnienia innych wymagań technicznych, np. przeciwpożarowych.

Część z tych wymogów jest już dziś możliwa do spełnienia przez elementy budowlane bez radykalnych zmian – dzięki prefabrykacji gotowych elementów budowlanych zawierających wbudowany sprzęt elektroniczny² i/lub projektowania struktury obiektu podatnej na fizyczne przekształcenia (np. za pomocą cyfrowo sterowanych siłowników)³.

Radykalną wizję zmiany podejścia do struktury budynku stanowią próby stworzenia całkowicie nowych elementów i materiałów budowlanych – pełniących wiele funkcji jednocześnie (il. 2).



- II. 2. Międzynarodowe Triennale Architektury – MTA 2009: *50 wieżowców dla Krakowa* Krzysztof Zalewski, Adam Gil, Grzegorz Ziębik, Paweł Zalewski, Alicja Choła, Symboliczne wieżowce złożone z „poduszek-okien” unoszących się w powietrzu. „Poduszki” pełnią wiele funkcji – są wyświetlaczami informacji, ich użytkownik znajdując się w innym miejscu może „spoglądać” przez nie na Kraków (za pomocą zainstalowanych w nich kamer – stanowią one metaforę okna). Rozwiązanie wymaga zaawansowanych systemów technicznych i materiałów: wypełnienia gazem lżejszym od powietrza, koordynacji położenia (GPS/silniki kanałowe). Powłoka poduszki wyświetla informacje (ekran OLED) oraz zapewnia zasilanie systemu (powłoka fotowoltaiczna), (źródło: Zalewski Architecture Group)
- III. 2. International Triennale of Architecture: *50 skyscrapers for Cracow*, Krzysztof Zalewski, Adam Gil, Grzegorz Ziębik, Paweł Zalewski, Alicja Choła. Symbolic skyscrapers consist of interactive “pillows-windows” floating in the space. “Pillows” are multifunctional – they display information or function as windows – thanks to installed cameras the user can look over different parts of the city. The solutions require advanced technical systems and materials: filling with gas lighter than air, coordination of position (GPS/ duct engines). The coating of “pillows” displays information (OLED screen) and provides power supply (photovoltaic layer), (source: Zalewski Architecture Group)

² Patrz [2].

³ Np. transPORTS2001 autorstwa Kasa Oosterhuis’a.

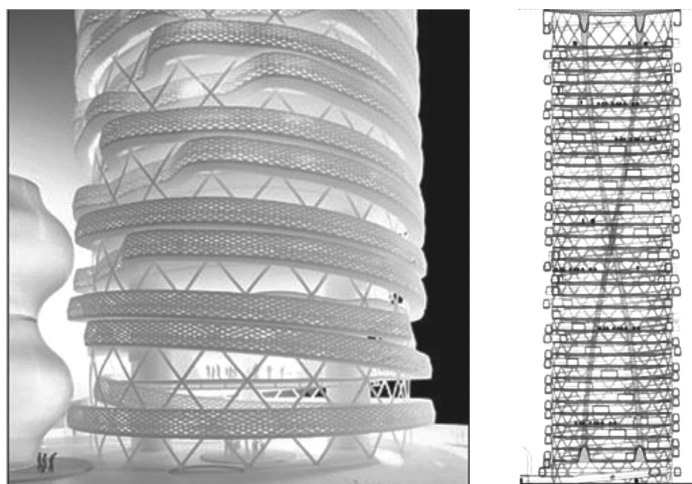
Zakładając, że interakcja obiektu z użytkownikami będzie miała swoje odzwierciedlenie w zachowaniu budynku, wymaga to także weryfikacji podejścia do układów konstrukcyjnych – odejścia od statyki ku mechanice konstrukcji oraz stworzenia np. powłok elastycznych, nośników informacji itp., będących integralnymi częściami struktury przestrzennej. Architektura *non-standard* wymaga więc nowego całościowego podejścia do problematyki techniczno-materiałowej.

3. Możliwości i ograniczenia nowych materiałów budowlanych – przykłady

Obecnie widoczna jest już wyraźna tendencja do łączenia kilku różnych własności materiałów oraz ich niekonwencjonalnego zastosowania w budynkach.

3.1. Konstrukcje z włókien węglowych

Kompozyty z włókien węglowych wykorzystywane są dziś powszechnie do wzmocnienia konstrukcji budowlanych poddanych wpływom zginania i ścinania. Możliwy jest jednak krok następny – np. wykonanie całości konstrukcji obiektu w tej technologii. Pozwala to na uzyskanie niezwykle sztywności i wytrzymałości przy niezwykle lekkiej konstrukcji. Jednocześnie kompozyt umożliwia wykonanie połączeń przegubowych i zmiennej geometrii,



- II. 3. Carbon Tower, Peter Testa, Projekt wieżowca, który ma zostać wdrożony do realizacji. Struktura obiektu składa się z wielopoziomowej karbonowej rampy oplatającej budynek, która poza funkcją komunikacyjną stanowi faktyczny element konstrukcyjny obiektu. Dzięki temu wewnątrz nie pojawiają się żadne dodatkowe elementy wsporcze. Konstrukcja stanowi także lekki i elegancki element elewacji budynku (źródło: <http://www.metropolismag.com/story/20030201/carbon-fiber-future>)
- III. 3. Carbon Tower, Peter Testa. The project of a skyscraper planned for building. The structure consists of a multi-level carbon ramp wrapped around the building that beyond communication function provides a real structural element of the object. Thanks to that inside the building there are no additional supporting elements. The construction creates a light and elegant element of the building elevation, (source: <http://www.metropolismag.com/story/20030201/carbon-fiber-future>)

co może pozwolić na zmianę kształtu, kubatury czy powierzchni budynków na żądanie. Ponadto włókna pozwalają na przewodnictwo prądu elektrycznego, instalowanie urządzeń elektronicznych (czujników i efektorów) w dowolnych miejscach, co pozwala na monitoring, sterowanie, lub nawet uzyskanie zmienności kształtu obiektu. Niezwykłą zaletą materiału jest stosunkowo proste i dowolne jego kształtowanie (il. 3).

3.2. Aluminium jako element konstrukcyjny i izolacyjny (Aero Foam Metals, Aluminum Foam) Robin Reigi

W odpowiednich warunkach obróbki (przy udziale środka spieniającego i ciepła) można uzyskać spienione aluminium – posiadający jednocześnie dobre właściwości konstrukcyjne, estetyczne i termoizolacyjne. Charakteryzuje się on trwałą i gładką powierzchnią zewnętrzną – może być więc użyty w budynkach, np. jako jednowarstwowy materiał, konstrukcyjny, termoizolacyjny i wykończeniowy.

3.3. Panele Organic Light Emitting Diodes (OLED) – jako elementy oświetlenia i aranżacji pomieszczeń oraz nośniki informacji elektronicznej

Diody emitujące światło pozwalają na uzyskanie nowego wyrazu przestrzeni architektonicznych. OLED składa się z cienkich warstw elektroluminescencyjnych materiałów organicznych. OLED mogą być produkowane w formie cienkich elastycznych paneli, a nawet rozwijalnych wielkopowierzchniowych mat. Można sobie wyobrazić zastosowanie na sufitach – jako oświetlenie, czy na ścianach budynków – np. jako elementy projekcyjne, dostarczające informacji wizualnej i służące komunikacji. Mogą także po prostu zmieniać kolor na życzenie lub wyświetlać wzór – jak tapeta, powodując przy tym zmienny wyraz przestrzeni architektonicznej. Nie wymagają podświetlenia, pracują w niskich temperaturach, są tanie i łatwe w produkcji oraz energooszczędne (il. 4).



- II. 4. Strip Light, Studio Agent, Konica Minolta. Przykład zastosowania systemu diod OLED w przestrzeni urbanistycznej – do aranżacji przestrzeni przystanku autobusowego. OLED zapewniają identyfikację wizualną, wysoką estetykę, wyświetlają także informacje o rozkładzie jazdy i zapewniają oświetlenie (źródło: <http://www.psfk.com>)
- III. 4. Strip Light, Studio Agent, Konica Minolta. Example of application of OLED system in urban space – design of a bus stop. OLEDs provide visual identification and high aesthetics, they display information about timetable and provide lightning (source: <http://www.psfk.com>)

3.4. Betony jako elementy budowlane i doświetlające

Przezroczystość betonu dają włókna światłowodowe stanowiące element składowy materiału – około 4% objętości. Beton jest dostępny na rynku w formie bloczków. Ściana wykonana z takich bloczków jest półprzezroczysta. Ze względu na dużą zawartość światłowodów elementy nie mogą stanowić jednak elementów nośnych budynku. Beton pokazuje możliwości łączenia różnych, czasem przeciwstawnych funkcjonalności (il. 5).



II. 5. Litracon – przezroczysty beton (źródło: <http://www.litracon.hu>)

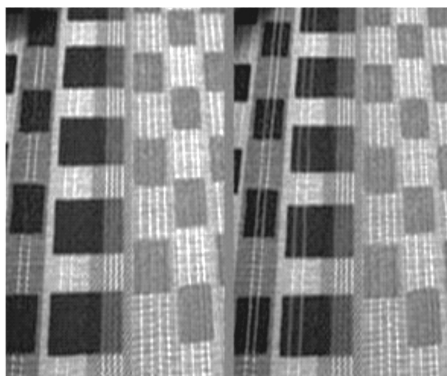
III. 5. Litracon – transparent concrete (source: <http://www.litracon.hu>)

3.5. Electric plaid jako interaktywny materiał wykończeniowy

Materiał tekstylny – Electric Plaid – został wynaleziony przez firmę International Fashion Machines, która zajmuje się wdrażaniem elektronicznych interaktywnych tekstyliów do celów designu, mody, przemysłu, a także celów militarnych. Electric Plaid jest rodzajem tkaniny dla architektury. Może być stosowana jako tapeta, zasłona lub tapicerka meblowa. Jej szczególną cechą jest zdolność do zmiany kolorów i wzorów. W odróżnieniu od technologii OLED nie emituje światła – kolor powstaje wskutek odbicia światła (jak w przypadku zwykłych tkanin). W Electric Plaid mogą zostać wkomponowane sensory StitchSwitch, które powodują stworzenie w pełni interaktywnej tkaniny (np. zmieniającą kolor w reakcji na dotyk).

Przykłady i zastosowania innowacyjnych materiałów można mnożyć. Istotną ich cechą jest fakt, że łączą one różne technologie i w efekcie zmieniają tradycyjne podejście do konstrukcji, powłoki i sposobu kształtowania obiektu.

Spełnienie łączne wszystkich stawianych materiałom wymagań jest trudne, ponieważ są one często przeciwstawne. Przykładowo za pomocą przezroczystego betonu możemy uzyskać doświetlenie pomieszczeń, ale ze względu na dużą zawartość elementów światłowodowych traci on właściwości konstrukcyjne. Podobnie ma się sprawa z elementami kompozytów z włókien węglowych. Pomimo ich doskonałych własności konstrukcyjno-wytrzymałościowych należy je zabezpieczać przed działaniem ognia, co ogranicza możliwości ich zastosowania (il. 6).



- II. 6. Electric plaid, International Fashion Machines (źródło: <http://www.interactivearchitecture.org>)
 III. 6. Electric plaid, International Fashion Machines (source: <http://www.interactivearchitecture.org>)

4. Docelowe wymogi dla materiałów i efekty ich wdrożenia

Wyobraźmy sobie, że powyższe właściwości, spełniane dotychczas przez poszczególne materiały byłyby możliwe do uzyskania za pomocą jednego TWORZYWA. Tworzywo to mogłoby być oknem, lampą, czy posadzką, pełniłoby też funkcje konstrukcyjne. Choć wydaje się to nieprawdopodobne, istnieją szanse na realizację takiego materiału. Kluczem jest tu nanotechnologia – dzięki niej jeden materiał mógłby spełniać różne funkcje w różnych miejscach w budynku.

Dałoby to faktyczną ciągłość od projektowania do realizacji. Realizacja obiektu byłaby analogiczna do działań projektowych w komputerze. Tu, operując jednym materiałem – zbiorem bitów, które wizualizowane są w formie płaszczyzn i brył – możemy uzyskać różne właściwości: fakturę, strukturę kolor, przezroczystość. W obiekcie nadawalibyśmy mu, TWORZYWU, odpowiednią wytrzymałość, tam gdzie jest potrzebna, własności termoizolacyjne, przewodnictwo elektryczne oraz inne parametry. Prawdopodobnie odbywałoby się to już na etapie projektowania, czyli w programie CAAD. Następnie odpowiednie elementy byłyby prefabrykowane i łączone w miejscu lokalizacji. Podobne działania są podejmowane jako studia przypadku już dziś. Z pewnością ich wdrożenie będzie kwestią czasu.

Literatura

- [1] Jodidio P., *Nowe Formy. Architektura lat dziewięćdziesiątych XX wieku*, Taschen/Muza S.A., Warszawa 1998.
- [2] Intille S.S., *Designing a Home of the Future*, [w:] *Pervasive Computing* EEE, April–June 2002 s.80-86.
- [3] Oosterhuis K., *Vectorial Bodies*, [w:] *Archis*, 06/1999.
- [4] Kipniss [w:] Pongratz Ch., Perbellini M.R., Pongratz Ch., Perbellini M.R., *Natural born CAAD designers: Young American Architects*, 2001.
- [5] Grønbaek K., Krogh P., *Roomware and Intelligent Buildings – buildings and objects become computer interfaces*, [w:] *Konfernce om Arkitekturforskning og IT* 2001, Aarhus 2001.