

Archivolta 3(59)2013 3/2013 s. 39-43

## **Architektura aktywna energetycznie**

Rola eksperymentu

**Energy active architecture**

The role of an experiment

Krystyna Januskiewicz

WA Politechnika Poznańska

Henryk Katowicz-Kowalewski

Wydział Budownictwa, Politechnika Częstochowska

Słowa kluczowe: architektura, architektura eksperyment, energia, oszczędność, kultura, technologia, Natura

**Keywords:** architecture, experiment, energy, saving, culture, technology, Nature

### Streszczenie

Artykuł jest próbą uzasadnienia tezy, według której rozwój technologii energetycznej nie może skutecznie stymulować rozwoju architektury energoaktywnej jeśli jej twórcy pominią w założeniach wartości estetyczne, społeczne i filozoficzne. Nowy język formalny, strukturalny i nowe układy kompozycyjne budują nową ikonografię i wymuszają zmiany gustów, przyzwyczajęń i sposobu użytkowania obiektu mieszkalnego. Zmiana relacji pomiędzy budynkiem a środowiskiem życia powinna odpowiadać rewizji relacji Natura – Kultura. Utrwalony w zbiorowej świadomości obraz domu będzie ulegać prze-kształceniu, zwłaszcza w przypadkach eksperymentów takich jak tzw. domy „zero-energetyczne” lub „plus-energetycz-ne”. Pojawia się wątpliwość czy nadmiar technicznej kreatywności przy braku estetycznej świadomości nie okaże się barierą rozwoju architektury jako sztuki kształtowania przestrzeni. Nowa architektura wyłaniająca się z uświadomionej potrzeby ochrony zasobów naturalnych poprzez obniżenie zużycia energii powinna być manifestem kreatywnej koegzystencji nowego ze starym, połączeniem wypracowanych w przeszłości sposobów, które mogą być dziś inspiracją dla zaawansowanych technologicznie rozwiązań. Przedstawione przykłady z ZEA są tego najlepszym potwierdzeniem. Dowodzą także, że tylko myślenie holistyczne w projektowaniu zrównoważonym prowadzi do właściwych relacji Człowiek-Technologia-Natura- Kultura.

### Abstract

The authors of this paper try to prove that technological development of the energetic sector may have no positive influence on the development of energy-saving architecture if designers i.e. architects and engineers ignore aesthetic, social and philosophical assumptions. The development of energy active architecture depends on theoretical achievements but also on experimental practices - demonstrative buildings are an inherent element of the design process. The most important architectural experiments in this field have been presented, analyzed and evaluated. A particular example is Masdar, the world's first eco-city and the winning design for Masdar city center by LAVA (Laboratory for Visionary Architecture) in 2008. Energetic explorations and architectural experiments undertaken by recent designers bring a range of new, surprising architectural concepts focused on reduction of energy used by the building industry. They also open a way to important changes in the field of architecture: bring new systems of forms, new structures and compositional rules, new iconography and – in consequence – force potential inhabitants to change their habits, preferences and the way of operation of the building structure. An attempt to change relations between the building structure and its natural environment leads to inevitably changes of the relation Nature – Culture. Recent and past attempts to implement experimental energy-saving building structures, where energetic parameters were treated as the main priority, didn't bring however important changes to building industry because the experimental objects (treated as a model and a prototype) were unacceptable proposals for common taste of an average inhabitant. Excess of technological creativity and simultaneous lack of aesthetic awareness also may become a barrier to architectural development. New energy-saving architecture should be a manifesto of the creative coexistence of the new with the old, as well as a confirmation that only holistic thinking in sustainable design leads to proper relations Man-Technology -Nature-Culture.

W czasie globalnego przyspieszenia urbanizacji i zmian klimatu oraz wyczerpywania się zasobów surowców, wiele krajów wprowadza nowe wymagania dotyczące efektywności budowlanej i rozwiązań urbanistycznych, kładąc nacisk na ekologię czyli jedność człowieka ze środowiskiem. Badania wykazują, że do wznoszenia i użytkowania budowli zużywa się niemal połowę globalnie wytwarzanej energii

i wydobywanych surowców. Aby to zmienić, architektura sięgnęła po metody naukowe właściwe dla innych dziedzin. Dokonuje się wymiana idei i metod z takimi dyscyplinami, jak matematyka, fizyka, biologia i chemia. Powstają nowe rozwiązania techniczne i technologiczne, które służą pozyskiwaniu energii alternatywnej, a które mogą mieć zastosowanie w architekturze.

Na początku nowego milenium władze Zjednoczonych Emiratów Arabskich zleciły do Massachusetts Institute of Technology (MIT) w Bostonie badania nad pozyskiwaniem energii ze źródeł odnawialnych. Ich efektem jest koncepcja miasta, które może dziś funkcjonować nie emitując CO<sub>2</sub>, czyli być całkowicie zasilane energią słoneczną, wiatrową, wodną czy z wykorzystaniem biopaliw. Aby sprawdzić w praktyce tą koncepcję niebawem rozpoczęto budowę eksperymentalnego miasta Masdar Eco-City. Opracowanie urbanistyczno-architektoniczne wykonało biuro Foster & Partners, od dawna zainteresowane wdrażaniem nowych technologii w architekturze. Nowe miasto zlokalizowano na pustyni, ok. 17 km na południowy wschód od Abu Dhabi (nieopodal portu lotniczego). Projekt i makieta tego miasta zostały po raz pierwszy ujawnione opinii publicznej dopiero 21 stycznia 2008 na Światowym Szczycie Energii Przyszłości w Abu Dhabi. W tym samym roku Dhabi Future Energy Company rozpisało konkurs międzynarodowy na koncepcję architektoniczną centrum tego pierwszego na świecie eco-miasta. Zwyciężyła koncepcja opracowana przez projektantów LAVA (Laboratory for Visionary Architecture), którzy przedstawili projekt interaktywnego środowiska miejskiego wraz z nowatorskim pomysłem energoaktywnych parasoli przeciwsłonecznych.

### **Rola eksperymentu w architekturze**

Eksperyment w naukach technicznych ma ustabilizowaną pozycję. Architektura, ze względu na swój interdyscyplinarny charakter, musi jednak opierać się na bardziej złożonych metodologicznych założeniach. Eksperyment bowiem niesie często nieprzewidziane konsekwencje. Nawet najbardziej doświadczeni twórcy nie przekraczają umownej granicy, poza którą ich dzieła mogłyby stać się nazbyt innowacyjne lub zbyt kontrowersyjne, a ryzyko niepowodzenia, często wielomiliardowej inwestycji, jest dla inwestorów nie do zaakceptowania.

A jednak w historii architektury współczesnej zdarzały się przypadki, gdy od wyniku eksperymentu zależał los znaczących realizacji, kariery zawodowej prekursorów nowych kierunków twórczych pragnących szerszego uznania, a może nawet sukces lub fiasko niektórych idei i koncepcji, bez których dziś nie potrafimy wyobrazić sobie współczesnej architektury. Przykładowo, inwestor budynku administracyjnego Johnson Wax Building w Racine (1936-1939) zmusił Franka L. Wright'a (1867-1959) do przeprowadzenia próby wytrzymałości kontrowersyjnego elementu nośnego<sup>1</sup>. Ludwig Mies van der Rohe (1886-1969) zaś zdecydował się na spektakularny przejazd samochodem pod konstrukcją przekrycia w trakcie jej podnoszenia w całości. Te i inne przykłady wskazują, że twórcy nowych idei nie tylko nie unikali eksperymentowania, ale traktowali to jako część praktyki zawodowej oraz swoją promocję.

Współczesna architektura energooszczędna, jako medium łączące w nowy sposób Naturę i Kulturę, stanowi dziś nie tylko pewien styl architektoniczny, ile jest także częścią systemu ochrony środowiska i nas samych przed negatywnymi skutkami oddziaływania cywilizacji. Architektura ta przedstawia sposoby ograniczania zużycia energii/paliw kopalnych, emisji gazów cieplarnianych i CO<sub>2</sub>, tak przy powstawaniu budynku jak i jego eksploatacji. Bierze się pod uwagę już nie tylko zintegrowanie technologii oraz urządzeń energooszczędnych, ale także nowy wymiar estetyczny jaki niesie taka architektura. Powstaje zatem pytanie, jak do Witruwiańskiej Triady (funkcja, konstrukcja i piękno) dodać zrównoważony rozwój, który jest dziś wyznacznikiem trwałości i ochrony równowagi między Naturą a Kulturą.

Na tym nowym obszarze poszukiwań twórczych, coraz bardziej liczy się eksperyment, nieustanne potwierdzanie słuszności przyjmowanych rozwiązań. Coraz szersza dostępność różnorodnych urządzeń i systemów pozyskiwania energii, tempo rozwoju technologii dyktujące wciąż nowe rozwiązania zmusza do postawienia pytania o możliwości akceptacji tych nowych form nie występujących dotąd w środowisku naturalnym i zbudowanym. Tak często reklamowane są w mediach eksperymentalne domy, eksperymentalne systemy, czy eksperymentalne materiały budowlane, że odpowiedź może przynieść już tylko eksperymentowanie.

---

<sup>1</sup> Por. T. Copplestone, *Frank Lloyd Wright. Przegląd retrospektywny*, Arkady, Warszawa 1998, s. 68.

Potrzebny jest zatem namysł jakie właściwości estetyczne powinna mieć nowa architektura, aby była funkcjonalna, oszczędna materiałowo i energetycznie, a zarazem aby zaspakajała potrzebę piękna. „Ludzie nie wybiorą budynków brzydszych od innych, nawet jeśli będą one wyposażone w najnowocześniejsze technologie (...)”<sup>2</sup>.

### **Prekursorzy i pasjonaci**

Zanim świadomość ekologiczna rozwinęła się w zawodzie architekta, uwidoczniła się w latach 70. ubiegłego wieku najpierw w hippisowskiej kontrkulturze, by w XXI w. stać się przewodnią dla społeczeństw zainteresowanych poprawą jakości życia. W Drop City w Stanie Colorado, hippisowskiej osadzie z połowy XX w., zachowały się do dziś jednostki mieszkalne powstałe z tego co uznane było przez cywilizację za odpady: pozyskiwano ze śmietnika elementy budowlane, części samochodowe, etc.<sup>3</sup>. Samowystarczalność energetyczna nie była tu założeniem programowym lecz logiczną konsekwencją braku infrastruktury i środków na jej utrzymanie. Redukcja strat ciepła i korzystanie z energii słońca były koniecznością wynikającą z braku innych źródeł. Przez eksperymentowanie znaleziono sposoby funkcjonowania osiedla w oparciu o samodzielnie wytwarzane przedmioty i odnawialne źródła energii. Drop City zostało założone w 1965, a porzucono je w 1973, po ośmiu latach użytkowania, pozostawiając niebanalny pomnik kontestacji społecznej i dowód energetycznej samowystarczalności<sup>4</sup>.

Podobnym przykładem jest podjęta w latach 70. XX w. budowa obiektów mieszkalnych koło New Mexico. Inicjatorem był Michael Reynolds, architekt, z Uniwersytetu Cincinnati znany jako Garbage Warrior (Wojownik Śmietniska). Materiałem budowlanym były tu puszki aluminiowe, butelki po napojach, i inne przedmioty uznane przez cywilizację konsumpcyjną za niepotrzebne lub zużyte<sup>5</sup>. Reynolds chcąc uzyskać samowystarczalność, także energetyczną, wyposażał domy w pasywne i aktywne systemy energetyczne. Dzięki temu obiekt był rodzajem samotnej wyspy, dla którego autor zapożyczył od Buckminstera Fullera (1895-1983) nazwę „Earthship” (Statek Ziemia).

Eksperymentem, któremu twórca Paolo Soleri (1919-2013) poświęcił swoje życie, jest Arcosanti, alternatywne miasto zbudowane w Centralnej Arizonie, 110 km na północ od Phoenix<sup>6</sup>. Po 42 latach od zainicjowania budowy jest ono tylko częścią tego czym miało zostać zgodnie z planem: miastem dla kilku tysięcy mieszkańców. Twórca Arcosanti oraz idei „Arkologii” (nazwa od słów: architektura i ekologia) nadzorował i kierował budową do końca swojego życia. Pomagali mu wolontariusze, zwolennicy idei samowystarczalnej architektury, którzy także uczestniczyli w prowadzonej przez Soleriego edukacji ekologicznej na terenie budowanego miasta. Arcosanti jest tylko jedną z wizji miasta ekologicznego, nad którymi pracował Soleri pozostawiając serię szkiców i modeli znanych tylko nielicznej grupie kontynuatorów jego idei. Podobnie jak poprzednie eksperymenty, Arcosanti jest dziś tylko pomnikiem jednej z prób uzdrowienia światowej urbanistyki. Zainicjowana przez Soleriego idea Arkologii ma swoją kontynuację. W latach 2009-2010 Arcosanti w projekcie Beijing Center for the Arts podjął temat budowy ekologicznego miasta pod hasłem „3D City – Future China” prezentując m.in. koncepcję Lean Linear City, której autorem jest Paolo Soleri<sup>7</sup>. Nie po raz pierwszy w historii architektury idea okazuje się trwalsza od swoich materialnych nośników.

### **Energetyczna maszyna do mieszkania**

Przedstawione eksperymenty architektoniczne były realizowane przez indywidualistów lub kontestatorów, których łączy wspólna idea naprawy świata. Natomiast inne podejście ukazują inicjatywy podejmowane przez profesjonalnie przygotowanych projektantów, posiadających specjalistyczną wiedzę. Podejmują oni ambitne próby zbudowania obiektu, który w oparciu o najnowszą technologię, byłby nie tylko samowystarczalny energetycznie, ale rodzajem mieszkalnej elektrowni. Obiekty takie określane jako „zero-energy” lub „energy-plus” są efektem pogłębiającego się światowego deficytu energetycznego, rosnących kosztów energii i wzrastającej, wraz z tymi kosztami, świadomości pro-

<sup>2</sup> J. Wines, *Zielona architektura*, Taschen GmbH, 2008, s. 9.

<sup>3</sup> Patrz: <http://www.clarkrichert.com/dropcity> (z dnia 10.07.2013).

<sup>4</sup> Patrz: <http://www.ticketfly.com/event/245321-living-on-margins-drop-city-philadelphia/> (z dnia 8.07.2013).

<sup>5</sup> Patrz: [http://www.myhero.com/go/hero.asp?hero=Michael\\_Reynolds\\_2008](http://www.myhero.com/go/hero.asp?hero=Michael_Reynolds_2008) (z dnia 27.06.2012).

<sup>6</sup> Patrz: <http://www.asla.org/ContentDetail.aspx?id=37682> (z dnia 10.07.2013).

<sup>7</sup> Patrz: <http://facesofdesign.com/event/beijing-center-arts-presents-3d-city-future-china> (z dnia 10.07.2013).

ekologicznej. Wizja zbliżającego się momentu wyczerpania surowców kopalnych mobilizuje do poszukiwań możliwej do zaakceptowania alternatywy. Budowane są eksperymentalne jednostki (zwane demonstracyjnymi). Powstają one dzięki wsparciu instytutów badawczych lub firm zainteresowanych promocją swoich produktów: kolektorów słonecznych, ogniw fotowoltaicznych, energiooszczędnych systemów elewacyjnych i innych podobnych urządzeń.

Samowystarczalny dom słoneczny we Fryburgu został zbudowany z inicjatywy Instytutu Energetycznych Systemów słonecznych Fraunhofer ISE w 1993<sup>8</sup>. Jego forma jest podporządkowana potrzebom energetycznym: w pełni przeszklona południowa fasada, system rolet dla regulacji insolacji wnętrza, ogniwa fotowoltaiczne na dachu. Budynek w niczym nie przypomina obrazu domu mieszkalnego utraconego w zbiorowej świadomości. Dom, który nie jest podłączony do zewnętrznej sieci elektrycznej, gazowniczej i nie posiada nawet zbiornika na olej opałowy skutecznie funkcjonuje i zapewnia normalne warunki bytowe dla rodziny gotowej przyjąć to wyzwanie.

Heliotrop (1994), to dom mieszkalny, który obraca się względem osi pionowej tak, aby jego struktura mogła podążać za słońcem. Budynek jest próbą skonstruowania domu słonecznego, który produkuje więcej energii niż jest w stanie wykorzystać: w pogodne dni dom wytwarza sześć razy więcej energii elektrycznej niż wynosi jego zapotrzebowanie. Zainstalowany wewnątrz mechanizm obrotowy azymutalnie śledzi codzienny bieg Słońca, dzięki czemu budynek, wraz z panelami słonecznymi na dachu jest nieustannie zwrócony w jego kierunku. Istnieje także możliwość niezależnego sterowania panelami i budynkiem, gdyby insolacja okazała się niepożądana<sup>9</sup>. Heliotrop został zaprojektowany przez Rolfa Dish'a i służy mu za dom mieszkalny, jednak jest możliwość wynajęcia go na okres dwóch tygodni przez tych, którzy chcieliby sprawdzić czy potrafią zaakceptować tak odmienne warunki mieszkalne.

Energoaktywny Eko-Dom (2009) zbudowany koło Lystrup w Danii jest próbą pogodzenia tradycyjnego kształtu z niekonwencjonalną technologią. Obiekt ten wyposażony w najnowsze urządzenia do pozyskiwania energii słonecznej jest ponadto kontrolowany przez system komputerowy, który monitoruje temperaturę, porę roku i dnia, poziom insolacji i inne parametry termiczne<sup>10</sup>. Pozwala to na taką maksymalizację efektywności zainstalowanych urządzeń, że dom produkuje więcej energii niż jej zużywa pomimo tego, że zlokalizowany jest w zimnym i pochmurnym Lystrup. Eco-Dom jest jednym z siedmiu eksperymentalnych domów zlokalizowanych na obszarze Europy, zaprojektowanych przez różnych architektów, a celem tego eksperymentu jest zebranie opinii rodzin, które w nich mieszkają.

### **Energoaktywna architektura bez architektów**

Równoległe z poszukiwaniami nowej formy domu trwają badania dotyczące technologii produkcji coraz tańszych i coraz bardziej efektywnych urządzeń służących pozyskiwaniu energii słonecznej. Badania te inicjują firmy produkujące kolektory i ogniwa fotowoltaiczne, a ich celem nie jest poszukiwanie nowych rozwiązań estetycznych ale zwiększenie sprzedaży i maksymalizacja zysków<sup>11</sup>. Kampania reklamowa polega zatem na prezentacji różnorodnych możliwości instalowania kolektorów i ogniw fotowoltaicznych na już istniejących budynkach mieszkalnych, których forma i kształt pochodzi często z katalogu domów typowych. Efekty architektoniczne uzyskane w ten sposób, choć są dość kontrowersyjne, wkrótce mogą zdominować kształt współczesnych osiedli mieszkaniowych – oczywiście jeśli architekci wcześniej nie dostarczą wzorów bardziej ambitnych i przekonujących dla użytkownika masowego.

### **Tradycja a współczesność**

Relikty i wizerunki dawnych miast, zwłaszcza w krajach Bliskiego Wschodu ukazują, jak ich rozplanowanie i architektura wiązały się z warunkami klimatycznymi i konfiguracją terenu. Arabowie pozostawili pomniki architektury, które nawet dziś wywołują podziw swoją pomysłowością, rozwiązaniami konstrukcyjnymi i energetycznymi, a także pięknem dekoracji artystycznej. Różnorakie geometryczne wzory, głęboko zakorzeniły się w kulturze Bliskiego Wschodu. Są one wyrazem poszukiwań unifikacji i jedności. Tak samo jak w utworach Natury, które w ten sposób uzyskują optymalną wydajność.

<sup>8</sup> Patrz: <http://lib.znate.ru/docs/index-36506.html?page=9> (z dnia 10.07.2013).

<sup>9</sup> Patrz: [http://pl.wikipedia.org/wiki/Heliotrop\\_%28budynek%29](http://pl.wikipedia.org/wiki/Heliotrop_%28budynek%29) (z dnia 10.07.2013).

<sup>10</sup> Patrz: <http://www.activehouse.info/cases/home-life> (z dnia 8.07.2013).

<sup>11</sup> Patrz: <http://www.badensolar-gmbh.de/en/referenzenprivat.php> (z dnia 8.07.2013.)

Formy te stanowiły rodzaj pomostu pomiędzy człowiekiem a właściwym mu środowiskiem przyrodniczym.

Architektura arabska pozwalała ludziom przeżyć przez wieki w ekstremalnych warunkach klimatycznych. Obserwując drogę słońca i ruch powietrza wypracowano systemy modulacji klimatu wewnątrz mieszkalnych i użytkowanych wspólnie targowisk i meczetów. Podpatrywanie tych rozwiązań prowadzi dziś wprost do nowych rozwiązań opartych na prostych pomysłach. Przykładem takim jest „dynamiczna mashrabiya” zastosowana do osłony szklanych elewacji wieżowców Al Bahar w Abu Dhabi projektu Aedas i Arup (2012). Przesłona ta odwołuje się wprost do ażurowych osłon o geometrycznym wzorze wykonywanych z drewna. Stosowano je w siedliskach pustynnych jako parawany czy przegrody, a w osadach miejskich montowano w oknach czy też obudowywano nimi wykusze elewacyjne w poszukiwaniu cienia i prywatności. Ten skuteczny środek zaradczy na stałe zakorzenił się w kulturze krajów Bliskiego Wschodu. „Dynamiczną mashrabię” stanowi układ komponentów, które niczym parasolki, mogą się otwierać i zamykać w odpowiedzi na drogę słońca. Każdy komponent posiada własny aktuator, czyli urządzenie mechaniczne, które na podstawie sygnału sterującego wypracowuje sygnał wejściowy do obiektu regulacji. Są to miniaturowe urządzenia mechaniczne, które znalazły się w prętach mocujących komponenty z fasadą. Na odpowiednio zaprojektowanym ruchomym stelażu rozpięta została prześwitująca, samoczyszcząca się membrana ETFE w kolorze piasku pustyni<sup>12</sup> (patrz AV 1/2012). Na podobnej zasadzie mogą zatem działać ergoaktywne parasole w Masdar City. Sygnał sterujący uruchamia urządzenie hydrauliczne, które powoduje ich otwieranie i zamykanie się, jak zwykłej parasolki. Na jej pręty „nadziane” są ogniwa akumulujące energię słoneczną. Po zamknięciu pręty „zatrzaszczają się” przy ruchu obrotowym, jak w trzonku ręcznej parasolki, a elastyczna membrana układa się wtedy zgodnie z ich kształtem.

Tradycyjne pomysły modulacji klimatu za pomocą szybów wentylacyjnych oraz osłon wiatrowych i przeciwsłonecznych wykorzystywane są w realizowanych projektach na wyspie Saadiyat w Abu Dhabi gdzie powstaje unikatowy Dystrykt Kultury<sup>13</sup>. Chodzi tu zwłaszcza o Muzeum Guggenheima projektu Franka Gehrego oraz Muzeum Narodowe im. szejka Zayed, powstające zgodnie z projektem Normana Foster, który w niezwykle sposób łączy tradycję z zawansowaną technologią (patrz: AV 4/2012). Przykłady te ukazują jasno, że przez podpatrywanie zjawisk i form występujących w przyrodzie człowiek jest w stanie, na drodze eksperymentu, wypracować rozwiązania, które mogą być zaakceptowane w świadomości kulturowej społeczeństw czy grup lokalnych integralnie związanych z danym regionem i strefą klimatyczną.

Każdy z przedstawionych tu eksperymentów miał swoje znaczenie dla sumy doświadczeń jakimi dysponuje współczesna architektura i odegrał bardziej lub mniej istotną rolę w jej rozwoju. Można jednak zauważyć wyraźne różnice jeśli chodzi o skutki opisanych tu dokonań. Mimo spektakularnych efektów, jakie przyniosły inicjatywy kontestatorskich ruchów popkulturowych, to oprócz ekscentrycznych obiektów i turystycznych atrakcji, nie pozostawiły po sobie niczego, co stanowiło by inspirację dla współczesnych architektów poszukujących rozwiązań na miarę aktualnych potrzeb i aspiracji. Równie mało skuteczne w tym zakresie okazują się „technologiczne” eksperymenty dokonywane na polu architektury. Energetyczne maszyny do mieszkania nie dają wielkiej nadziei, że jako pozytywnie wypróbowany wzór do naśladowania zmienią oblicze naszych miast i osiedli.

Architektura jest dziedziną, w której ani „Śmieciowi Wojownicy”, ani techniczni eksperci nie potrafią ustalić takiego sposobu, który pozwoliłby na trwałą i konsekwentny rozwój nowej, oryginalnej „energetycznej” stylistyki. Tylko te eksperymenty, które łączą w sobie problemy techniki z problemami estetyki wnoszą cenny wkład pozwalający budować nowe wizje i dają nadzieję, że powstanie kiedyś nowa architektura aktywna energetycznie. Powinna ona być manifestem kreatywnej koegzystencji nowego ze starym, a także potwierdzeniem, że tylko myślenie holistyczne w projektowaniu zrównoważonym prowadzi do właściwych relacji Człowiek-Technologia-Natura-Kultura.

<sup>12</sup> Por. K. Januskiewicz, M. Zwierzycki, *Wrażliwa skóra. Wieże Al Bahar w Abu Dhabi*, AV 1/2013, s. 16-17.

<sup>13</sup> Patrz: J. Lorenc, K. Januskiewicz, *Wyspa Kultury, Abu Dhabi, ZEA*, AV 4/2012, s. 34-43.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] T. Copplestone, *Frank Lloyd Wright. Przegląd retrospektywny*, Arkady, Warszawa 1998.
- [2] K. Januskiewicz, M. Zwierzycki, *Wrażliwa skóra. Wieże Al Bahar w Abu Dhabi*, AV 1/2013, s. 10-23.
- [3] J. Lorenc, K. Januskiewicz, *Wyspa Kultury, Abu Dhabi, ZEA*, AV 4/2012, s. 34-43.
- [4] J. Wines, *Zielona architektura*, Taschen GmbH, 2008.

### Strony internetowe

- <http://www.clarkrichert.com/dropcity> (z dnia 10.07.2013).
- <http://www.ticketfly.com/event/245321-living-on-margins-drop-city-philadelphia/> (z dnia 8.07.2013).
- [http://www.myhero.com/go/hero.asp?hero=Michael\\_Reynolds\\_2008](http://www.myhero.com/go/hero.asp?hero=Michael_Reynolds_2008) (z dnia 27.06.2012).
- <http://www.asla.org/ContentDetail.aspx?id=37682> (z dnia 10.07.2013).
- <http://facesofdesign.com/event/beijing-center-arts-presents-3d-city-future-china> (z dnia 10.07.2013).
- <http://lib.znate.ru/docs/index-36506.html?page=9> (z dnia 10.07.2013).
- [http://pl.wikipedia.org/wiki/Heliotrop\\_%28budynek%29](http://pl.wikipedia.org/wiki/Heliotrop_%28budynek%29) (z dnia 10.07.2013).
- <http://www.activehouse.info/cases/home-life> (z dnia 8.07.2013).
- <http://www.badensolar-gmbh.de/en/referenzenprivat.php> (z dnia 8.07.2013.)