

Anna Frysztak*

JAK PROJEKTOWAĆ – ZMIANA PARADYGMATU?

HOW TO DESIGN – CHANGE OF THE PARADIGM?

Konsekwencje globalizacji można, upraszczając, sprowadzić do ponadnarodowego i ponadkontynentalnego upowszechniania się wzorców oraz paralelnie występującego – lokalizmu. Globalizacja zbiegła się w czasie z wystąpieniem zagrożeń ekologicznych. W sektorze budowlanym wymuszają one zwłaszcza ograniczenia zużycia energii – pochłania on niemal połowę produkowanej energii. Pojawiają się nowe techniki służące budownictwu, wspomagane komputerowo.

Odpowiedzią na te wyzwania i nowe możliwości jest projektowanie zrównoważone.

Słowa kluczowe: globalizacja, ekologia, technika i komputeryzacja, projektowanie zrównoważone

Simplifying, the consequences of globalization could be tantamount to extra-national and extra-continental spread of patterns plus localism, occurring in parallel. Globalization coincided with ecological endangering. They particularly extort limitations of energy use – in the building sector, which nearly absorbs half of the generated energy. New, computer aided techniques intended for the building arise. The sustainable design is the response for these challenges and new capabilities.

Keywords: globalization, ecology, techniques and computerization, sustainable design

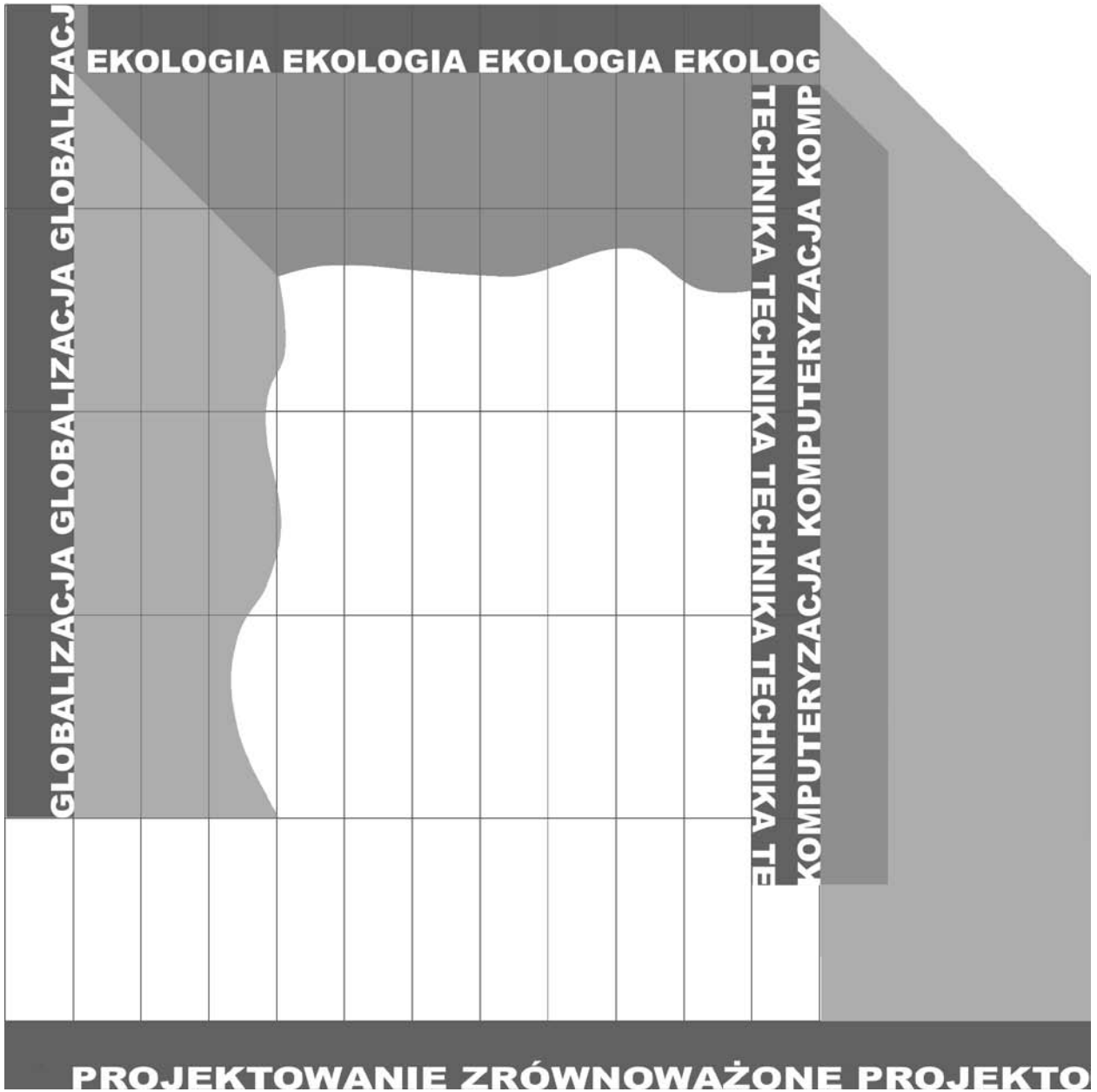
Globalizacja – konsekwencje dla projektowania

Globalizacja – *zniesienie barier krępujących wolny handel i ściślejsza integracja gospodarki w skali międzynarodowej* [1] – wniosła wiele pozytywnych do stosunków międzynarodowych, zwiększyła bezpieczeństwo. Jest też krytykowana, ma nie tylko jasne strony [2]. Można, jednak z dużą dozą prawdopodobieństwa graniczącą z pewnością, twierdzić że jest to proces nieodwracalny. Podlegają mu różne dziedziny aktywności ludzkiej. W każdym razie, architektura, wydaje się być w dużym stopniu po tej zglobalizowanej stronie. Wymiar ekonomiczny też jej, zresztą dotyczy. Budownictwo, z którym sąsiaduje bezpośrednio, by

nie powiedzieć że jest z nim zespolona (a jest wtedy, gdy rozumiemy ją łącznie z realizacją projektowanych obiektów) – jest ważnym działem gospodarki. Samo projektowanie jest też działalnością biznesową – tym samym, podlega regułom rynku. Dotyczy to biur architektonicznych począwszy od jednoosobowych do zatrudniających wielu (czasem dziesiątki, a nawet setki) projektantów.

Termin globalizacja wydaje się mieć też drugie, równoległe życie. W szerokim znaczeniu to proces osłabiania granic (także) kulturowych dzielących narody. To działania integrujące mieszkańców planety Ziemia. Prowadzące do ponadpaństwowej

* Frysztak Anna, dr inż. arch., Politechnika Krakowska, Wydział Architektury, Instytut Projektowania Architektonicznego.



solidarności. W wymiarze społecznym i etycznym oznacza to indywidualną odpowiedzialność każdego z osobna za swoje czyny. Rezultatem jest społeczeństwo konsumenckie.

Gdy tak rozumieć globalizację – należy zauważyć, że rola jaką odegrała/odgrywa sztuka na jej rzecz jest wcześniejsza od decyzji w sferze ekonomii. (Jeszcze wcześniejsze i bardziej znaczące zasługi, także dzisiaj, mają w tym względzie instytucje edukacyjne – począwszy od pierwszych włoskich uniwersytetów). Globalizacja sztuki poprzedziła więc globalizację gospodarczą. Wskazać należy na muzykę, jej język jest międzynarodowy (co nie przeczy istnieniu stylów). Także tę z gatunku pop – kto nie zna/znał Beatlesów?

Architektura ma tu znaczące miejsce – począwszy, co najmniej, od modernizmu. (To pierwsza połowa minionego wieku.) Równoległe występująca nazwa – styl międzynarodowy – mówi sama za siebie. Le Corbusier, Wright, Gropius, Mies van der Rohe... – ich „zagraniczne” projekty i realizacje, działalność dydaktyczną – trudno uważać za incydentalną. Obecnie, ogłaszanie międzynarodowych konkursów na projekty prestiżowych obiektów jest regułą. Wielu przedstawicieli zawodu (Foster, Piano, Zaha Hadid, Gehry...) więcej realizuje w różnych miejscach globu, niż we własnych krajach.

Konsekwencje globalizacji dla samej architektury można, upraszczając, sprowadzić do ponadnarodowego i ponadkontynentalnego upowszechniania się wzorców oraz paralelnie występującego – lokalizmu. Styl międzynarodowy, a także poprzedzające go, przekraczał granice kulturowe – wszędzie tam gdzie zostały przekroczone granice polityczne (Goa, Ameryka Łacińska i Południowa, Japonia...). Obecne przenikanie wzorców to zacieranie różnic. W architekturze wzmocnione jest ono przez formę strukturalną – wynikającą z uwarunkowań konstrukcyjnych, instalacyjnych... (Niwelowanie granic kulturowych to efekt,

przede wszystkim, rewolucji informacyjnej i Internetu. Krajowe serwisy informacyjne dostępne są globalnie. Wystarczy ustawić kanał, długość fali. Istnieje moda na adresowanie ich do takiego odbiorcy; nie czym innym jest nadawanie w języku angielskim.)

Forma terminala pasażerskiego na lotnisku Kansai jest uniwersalna, podobnie można powiedzieć o Burj al Arab, siedzibie CCTV [3], czy katowickiej hali wielofunkcyjnej zwanej popularnie „Spodkiem” [4]... Z drugiej strony są realizacjami kreującymi miejsca. To nie tylko ambicje architektów, to także zapotrzebowanie ze strony inwestorów – tak mocne, że akceptują nie tylko wysokie koszty, ale i przekraczanie terminów budowy oraz uzgodnionego kosztorysu. Miasta/regiony/kraje chcą być rozpoznawalne poprzez symbole architektoniczne.

Chcą też, często, zachować własną tożsamość – wszędzie tam, gdzie rozwój historyczny wykształcił silną lokalną tradycję architektoniczną. Bywa ona prawnie chroniona – przepisami miejscowymi tworzącymi ramy dla projektowania (dotyczą, na przykład, formy dachu, gabarytów, materiałów, kolorystyki). Zjawisku (nazwijmy go mikrolokalizmem), zrodzonemu z obawy przed zerwaniem ciągłości architektonicznej, towarzyszy alternatywnie (makrolokalizm) – inspirowanie się miejscową tradycją, asymilowanie jej do projektu. C. Pelli uwzględnił życzenie inwestora, premiera Malezji dr Mahathir Mahamada, ukształtowania rzutu wież Petronas Towers w oparciu o przenikające się kwadraty – islamski symbol porządku i harmonii. Wykorzystujące najnowsze zdobycze techniczne obiekty Centrum Kultury Kanaków na głównej wyspie archipelagu Nowa Kaledonia, wzorował R. Piano na chatkach Kanaków.

Ekologia – wyzwania dla projektowania

Globalizacja zbiegła się w czasie z wystąpieniem zagrożeń ekologicznych.

Globalne ocieplenie, przed którym przestrzegali ekologowie, przestało być kontestowane. Jest już

faktem. Jest także zjawiskiem rozwojowym. Mechanizm efektu cieplarnianego, odpowiedzialnego za globalne ocieplenie, nasila przemysłowa działalność człowieka. Dokładniej, będące jej efektem gazy cieplarniane, zwłaszcza CO₂.

Klęski żywiołowe – powodowane wybuchami wulkanów, trzęsieniami ziemi, nie są zjawiskiem nowym. Podobnie, jak pożary, powodzie, huragany i tornada... Tyle, że te ostatnie, uległy nasileniu – czego powodem są anomalie klimatyczne, będące wynikiem globalnego ocieplenia. Obserwowane jest pojawianie się nowych o ekstremalnych następstwach zjawisk; takim jest np. El Niño [5]. Obfite opady deszczu skutkują osuwiskami ziemi, ich skrajnym przejawem są lawiny błotne. (Podobnie działa woda z roztopionych lodowców). Huragany i tornada wywołują fale tsunami wdzierające się w głąb lądu stałego. Podwyższenie średnich rocznych temperatur roztopia lodowce, pływające góry lodowe, zagraża wiecznym śniegom – przewidywane podniesienie się poziomu mórz i oceanów może zmienić linię brzegową zagarniając tereny, może przykryć wodą niektóre wyspy. Malediwy już dziś walczą o istnienie.

Na udziale w efekcie cieplarnianym nie kończą się szkody dla środowiska powodowane przez człowieka. Zanieczyszczenia, w skrajnych przypadkach skażenia, w tym radiologiczne – powietrza, wody – są tym groźniejsze, że nie znają granic. Dotyczy to także gleby – niepożądane składniki sptukiwane są do cieków wodnych. Tą drogą trafiają do mórz i oceanów. Eutrofizacja wód – prowadzi do ich zakwitów. Gazowe zanieczyszczenia powietrza powoduje też SO₂, inne gazy i pary. Efektem są, między innymi, kwaśne deszcze. Ponadto powietrze jest nośnikiem bakterii, drożdży, innych grzybów. Ekstremalną postacią jego skażeń jest zjawisko smogu. (Mogą go też powodować klęski żywiołowe – sierpniowe, tegoroczne pożary sięgające 200 000 ha lasów doprowadziły do ponad pięciokrotnego przekroczenia zanieczyszczeń

powietrza w Moskwie). Dotyczy ono miast – ale aktualnie ludność miejska minęła już 50% próg. Miasta i sąsiedztwa lotnisk – to problem hałasu. Człowiek produkuje tony śmieci – może warto zastanowić się nad proponowaną przez ekologów zasadą *od kołyski do kołyski*. Ingerencja w przyrodę nie jest obojętna dla bioróżnorodności, powoduje jej ograniczanie. [...] Wskazanie najważniejszych zagrożeń obrazuje rozległość problemu. Ma on też swoją głębię, powiela się w różnych skalach – od mieszkania, poprzez miasto, region do całej planety.

Nieszczęścia wywołane klęskami żywiołowymi i brakiem rozważliwych w poczynaniach człowieka są rozległe, uciążliwe, długotrwałe – i kosztowne. Wyciek ropy spowodowany przez platformę wiertniczą BP (latem tego roku) objął duży obszar Zatoki Meksykańskiej i wybrzeża południowych stanów USA. Zaktywizowanie się jednego z islandzkich wulkanów (na wiosnę tego roku), sparaliżowało na wiele dni ruch samolotowy w całej niemal Europie. Skutki rozbicia się (w marcu 1989 roku) supertankowca przewożącego ropę u wybrzeży Alaski w USA [6] – są widoczne do dzisiaj, po ponad dwudziestu latach. Nawet relatywnie niezbyt rozległe, w porównaniu do wskazanych wyżej katastrof, powodzie i osuwiska jakie nawiedziły niektóre rejony Polski (w maju i czerwcu tego roku) oraz powódź błyskawiczna (w sierpniu) na pograniczu polsko-czesko-niemieckim – są przyczyną dramatów i cierpień wielu ludzi.

Działania zmierzające do opanowania, na ile to możliwe, takich negatywnych zjawisk – znane są pod pojęciem zrównoważonego rozwoju.

Istotę zrównoważonego rozwoju w sposób najbardziej oczywisty, określa cel któremu ma służyć. Chodzi o pozostawienie planety Ziemia przyszłym pokoleniom w stanie, co najmniej, nie gorszym niż ją zastaliśmy. (Co najmniej, bo zaśmiecenie i skażenia sprzed zrównoważonego rozwoju – wymagają reakcji dzisiaj.) To zobowiązuje do naprawiania szkód

bieżących, mniej lub bardziej zawinionych przez człowieka (w tym spowodowanych katastrofami – całkowite ich wyeliminowanie wydaje się utopią). Jak i tych, które „zawdzięczamy” żywiołom natury – powodziom, pożarom lasów, trzęsieniom ziemi, wybuchom wulkanów... To zobowiązuje także, do niepogłębiania efektu cieplarnianego. Nawet, jeśli byłby on naturalnym cyklem kosmicznym – nie zwalnia to z obowiązku podejmowania zaradczych środków łagodzących. Do tych podstawowych należą postulowane przekształcenia sektora energetycznego. (Energia odnawialna, ograniczenia zużycia.) Budownictwo pochłania niemal połowę produkowanej energii.

Technika i komputeryzacja – nowe możliwości projektowe

Dzięki rozwojowi nauki (napędzanemu nanotechnologią, eksploatacją kosmosu, technikami komputerowymi, geometrią fraktalną...) architektura zyskuje nowe materiały, techniki i technologie budowlane i okołobudowlane – także nowe narzędzia projektowe.

Wprawdzie beton, stal (inne metale), szkło pozostają najczęściej stosowanymi materiałami – to pojawiają się nowe. Sztuczne tworzywa, takie jak poliwęglany, teflon, a ostatnio zwłaszcza ETFE pozwalają na nietradycyjne rozwiązania konstrukcyjne (lekkie, a przy tym wytrzymałe) i funkcjonalne (dzięki przezroczystości); wnoszą nowe wartości estetyczne (na przykład powierzchnie poduszkowe). (Takie właśnie, poduszki z ETFE, otulają wieżę National Space Center, zbudowaną w ramach wspieranych przez rząd brytyjski projektów milenijnych [7]). Prowadzone są doświadczenia z materiałami samonaprawiającymi się. Natomiast kompozyty (inne niż żelbet, który też jest tego typu materiałem) nie rozpowszechniły się. Może ze względu na trudności z ich recyklingiem. Z drugiej strony można obserwować powrót, ze względów ekologicznych, do takich materiałów jak

drewno, kamień, glina. A nawet wykorzystywanie materiałów odpadowych, w tym wyżej wymienionych, ale i innych.

Konstrukcje rozciągane pozwalają na większe rozpiętości przekryć dachowych, większy rozstaw podpór. Realizacyjna dostępność, dzięki komputerowi, powierzchni złożonych, nieregularnych znosi ograniczenia, jakim podlegała forma budynku. Możliwe jest zatarcie granicy pomiędzy dachem i ścianą. Ta ostatnia – pochylona, wygięta... wydaje się zaprzeczać prawu ciężenia. (Wręcz nieposkromione skupiska nieregularnych brył są nieodłącznym atrybutem projektów F. Gehry'ego). Techniczne rozwiązania takie jak: przesiadkowe systemy szybkich wind, windy piętrowe; komory przeciwpożarowe; przeciwwagi ograniczające wychylenia powodowane wiatrem, palowania i płytowe systemy fundamentowania oraz elastyczne węzły... – zwiększają bezpieczeństwo budynków wysokich i pozwalają budować coraz wyżej. (Obecny rekord wysokości 828 m – Burj Khalifa, przekroczył o ponad 300 m poprzedni, należący do Taipei 101) [8].

Nasylenie budynku różnymi technologiami – przy wzajemnym ich uzależnieniu – wymaga koordynacji. Sterowanie ręczne jest uciążliwe, czasem wręcz niemożliwe. Lepiej radzi sobie z tym komputer (kontrolowany przez człowieka) – i tu pojawia się pojęcie inteligentnego budynku. Uogólniając i rozszerzając wykorzystanie komputera w zrealizowanym obiekcie można mówić o zarządzaniu eksploatacją budynku.

Komputer jest/staje się niezbędnym narzędziem projektowym. Nie tylko dla potrzeb wizualizacji ułatwiających kontakty z inwestorem. Umożliwia projektowanie obiektów złożonych. Dotyczy to nie tylko wspomianej już bryły obiektu, ale i rozwiązań funkcjonalnych, konstrukcyjnych, koordynacji pracy zespołowej nad projektem. Umożliwia symulacje potencjalnych zagrożeń, na przykład pożarowych, ułatwiając podejmowanie decyzji projektowych. Jest

niezastąpiony w opracowywaniu rysunków realizacyjnych.

Wspomaganiu projektowania służą symulacje przeprowadzane na modelach projektowanych obiektów. W tunelach aerodynamicznych badające reakcje na obciążenie wiatrem, istotne przy projektowaniu wieżowców – korygują ich kształt. Symulacje wstrząsów tektonicznych, testują skuteczność rozwiązania konstrukcyjnego. Uprawdopodobniają słuszność podejmowanych decyzji.

Uporządkowania wymaga sektor energetyczny. Zasoby paliw kopalnych, na których jest on oparty, są ograniczone; złoża łatwo dostępne bliskie wyczerpaniu; eksploatacja złóż innych kosztowna. Wcześniej czy później skazani jesteśmy na rozwiązania alternatywne. Poszukiwania ich ponagla potrzeba eliminacji zanieczyszczeń, będących ubocznym efektem energii produkowanej z paliw kopalnych. Nauka i technika na tę potrzebę odpowiada szeregiem propozycji poprawiających energetykę tradycyjną. Te szczególnie ważne są propozycjami opartymi na odnawialnych źródłach energii. Odnawialne, czyli takie których zasoby nie ulegają uszczupleniu w trakcie ich wytwarzania.

Nieograniczonym źródłem energii jest słońce. Alternatywne paliwa wobec węgla (innych kopalin) to drewno i odpady przemysłu drzewnego (trociny, wióry, zrębki), produkty rolnicze (ziarna zbóż, słoma...), rośliny energetyczne (wierzba...) – czyli tak zwana biomasa. (Skala obszarów leśnych globu pozwala zaliczać drewno do źródeł odnawialnych). Najtańszą ze wszystkich aktualnie dostępnych energii odnawialnych jest energia wiatrowa [9]. Ponadto jej źródłami są: ciepło wnętrza ziemi (energia geotermalna), także fale morskie (energia maremotoryczna). Bezpieczne technologie elektrowni jądrowych (mimo problemu odpadów radioaktywnych) zachęcają do powrotu do tego źródła energii.

Energia wytwarzana w specjalistycznych zakładach – elektrowniach – przesyłana jest do odbiorców sieciami energetycznymi wysokiego napięcia. Może

być też produkowana lokalnie, a nawet w pojedynczym obiekcie – na własne potrzeby. Sezonowe niedobory uzupełniane są z sieci i tam też przesyłany niewykorzystany nadmiar.

Projektowanie zrównoważone

Zanik architektonicznych granic, ale i potrzeba lokalizmu – to efekt globalizacji. Energooszczędność i korzystanie ze źródeł odnawialnych – to wymóg ochrony środowiska. Nowe rozwiązania materiałowe, konstrukcyjne, instalacyjne..., ekologiczne technologie – w dyspozycji projektanta uzbrojonego w komputer.

Zakorzeniające się zrównoważone projektowanie jest/powinno tu być odpowiedzią. Mieści się ono w obrębie, zarysowanego wyżej zrównoważonego rozwoju. Uogólniając, jest to projektowanie, którego rezultatem są obiekty realizowane i eksploatowane w zgodzie z naturą – nie w opozycji do niej. (Czego nie należy mylić z przeciwstawianiem się jej żywiołom).

Oznacza to zwiększanie udziału w obiekcie materiałów odnawialnych, materiałów z recyklingu. Najlepiej, jeśli są pozyskiwane lokalnie, tak by eliminować/ograniczyć (energochłonny) transport. Oszczędność wody, to jej podwójny obieg w budynku; wytapywanie wody deszczowej. Hybrydowe rozwiązania wentylacji (mechaniczna + naturalna) zmniejszają zapotrzebowanie na klimatyzację, obniżają zużycie energii. Istnieją sposoby pasywnego pozyskiwania ciepła. Oszczędzaniu energii służy wiele technologii. Skutkujących w ostatecznym rozrachunku, redukcją kosztów eksploatacji budynku.

Baterie słoneczne pozyskują energię słoneczną przeznaczoną do uzyskania ciepłej wody użytkowej i dla centralnego ogrzewania; ogniwa fotowoltaiczne produkują też prąd. Stosowane są, korzystające (także) ze źródeł odnawialnych, technologie złożone. Zaliczyć do nich należy kogenerację, pompy ciepła; ale także rekuperatory, pozyskiwanie ciepła ze ścieków... (To nie wszystkie rozwiązania.) Wkomponowywanie

w bryłę niektórych z urządzeń – zwłaszcza baterii słonecznych, ogniw fotowoltaicznych, siłowni wiatrowych – staje się znakiem czasu.

Dopracowano się złożonych zasad wskazujących jak należy dochodzić do energooszczędności w obiekcie. (Część z nich wprowadzono jako obowiązkowe do *Prawa budowlanego*). Rozpowszechniło się pojęcie domu energooszczędnego (wartość rocznego zapotrzebowania na energię ciepłą 40 kWh/(m²a)), domu pasywnego (15 kWh/(m²a)). (Tradycyjny polski dom to rząd wielkości 220–270 kWh/(m²a) [10]. Prowadzone są prace nad metodami magazynowania energii – pozwalają na autonomiczność domu. To znaczy niezakłócone przeczekaanie awarii sieci w okresach niedoboru energii z własnych źródeł. Certyfikaty energetyczne (wprowadzająca je dyrektywa UE 2002/91/EC obowiązuje w Polsce od 2009 roku) powinny stanowić skuteczną zachętę do energooszczędnego projektowania.

Powyższe wymagania odnoszą się do obiektów bez względu na ich funkcję (wielofunkcyjność) i rozmiar. Ich ogólnodostępne przestrzenie kształtowane są jako założenia publiczne. (Równoważne do zewnętrznych miejskich). Wyposażane w elementy małej architektury, zazieleniane. (Wartość społeczna architektury mieści się w jej ekologicznym aspekcie – człowiek jest częścią środowiska naturalnego). Skupiska zieleni tworzą (też) zewnętrzne, „wiszące” ogrody. (Przykładem są projekty wieżowców Ken Yeanga [11]). Zielone dachy oddają zabraną (w parterze) roślinność. Zewnętrzna zieleń obiektów łagodzi miejskie wyspy ciepła.

Wymiar społeczny, rozumiany szeroko, ma udział architektów w powstawaniu tzw. obiektów inżynierskich. Spektakularne w tym względzie są projekty mostów. Sztuka przenika się z różnymi dziedzinami aktywności ludzkiej, upowszechnia swoje wartości, przestaje być elitarna. Przy czym niekoniecznie musi być to jednoznaczne z pojawieniem się pop kultury – na co wskazuje omawiany casus.

Takich zadań podejmuje się, między innymi, S. Calatrava. Jego projekty wydają się naturalną konsekwencją wykształcenia – jest nie tylko architektem, rzeźbiarzem ale i konstruktorem. Realizowane są tak ekstrawaganckie założenia, jak most szejka Zayed w Abu Zabi [12], czy sztuczne wyspy w kształcie palm i świata w Dubaju [13]. Nie jest przypadkowe miejsce budowy – Zjednoczone Emiraty Arabskie – dysponujące nieograniczonymi do niedawna zasobami petrodolaró.

Projektowanie zrównoważone bywa kojarzone z powrotem do formy tradycyjnej. (Tak może być ale nie musi). Nowość ma wtedy wymiar psychologiczny, sprowadza się do przyzwolenia na rezygnację z nowoczesności – ma sens wtedy, gdy jest uzasadniona poza architektonicznymi potrzebami. Na przykład: kosztami, dostępnością materiałów..., ale też względami społecznymi.

Forma obiektu jeśli jest budowana oddolnie, jeśli uwzględnia różne uwarunkowania – jest rezultatem wielu cząstkowych decyzji. (Przydatna staje się umiejętność pracy w zespole. Obiekty stają się dziełami wielu twórców. Ma to odbicie w nazwach biur architektonicznych – obok tych kojarzonych z jednym nazwiskiem, pojawiają się rozpoznawalne po nazwie – MVRDV, UN Studio ...). Decyzje zsyntetyzowane, wzajemnie uzgodnione, dają jednorodny rezultat. Tak można scharakteryzować proces dochodzenia do formy strukturalnej. Metoda budowania rzeźby i podporządkowywania jej pozostałych rozwiązań – nie zawsze jest oczekiwana. Nie tylko ze względu na, wydaje się, większe koszty – i projektu, i realizacji – nie wszystkich fascynuje ekstrawagancja. Forma strukturalna bardziej przystaje do zrównoważonego rozwoju.

Czynnik ekologiczny w podejmowaniu decyzji nie musi być dominujący. Ale nawet wtedy, a czasem zwłaszcza wtedy, forma wynikowa bywa odkrywczą (by nie powiedzieć ultranowoczesną). (Przykładem może być przebudowa Reichstagu, czy Swiss Re Tower – obydwie projekty N. Foster'a.)

PRZYPISY

- [1] J. E. Stiglitz, *Globalizacja*, Warszawa 2007, s. 7.
- [2] Stiglitz zarzuca jej zbytne upolitycznienie – zob. J. E. Stiglitz, *Globalizacja...*, s. 8 i dalsze; Bauman pisze o przewadze globalizacji negatywnej nad pozytywną – zob. Z. Bauman, *Szanse etyki w zglobalizowanym świecie*, Kraków 2007, s. 362.
- [3] Kansai (Osaka, Japonia; arch. R. Piano), Burj al Arab (Dubaj, Zjednoczone Emiraty Arabskie; arch. T. W. Wright), [za:] M. Irwing, *1001 budynków, które musisz zobaczyć*, Elipsa Publicat S.A., MMVIII; CCTV (Pekin, Chiny; arch. R. Koolhaas).
- [4] I o bardzo współczesnej formie mimo projektu z 2 połowy lat 60.; arch. M. Gintowt, M. Krasiński, kontr. A. Żórawski, [za:] T. P. Szafer, *Nowa architektura polska, dziennik lat 1966–1970*, Warszawa 1972, s. 251, 253.
- [5] N. Morris, *Huragany i tornada*, Wrocław 2000, s. 28–29.
- [6] J. Walker, *Katastrofy ekologiczne*, Arkady 1994, s. 80–81.
- [7] Arch. N. Grimshaw, lokalizacja: Leicester, Anglia, [za:] M. Irwing, *1001 budynków...*, s. 789.
- [8] J. Melvin, *On a clear day, you can see Iran from the Burj Khalifa*, *The Architectural Review*, February 2010, s. 19, 20.
- [9] *Encyklopedia dla dociekliwych*, Wydawnictwo Elżbieta Jarmolkiewicz, s. 83.
- [10] B. Klem, *Jeszcze tylko certyfikat*, *Dom dla początkujących*, 1–2/2008, s. 42–45.
- [11] K. Yeang, *Eco Skyscrapers*, Images Publishing.
- [12] *Wielkie projekty – genialni konstruktorzy – Most szejka Zayed, Abu Zabi*, Discovery Channel.
- [13] *Miasto jak miraż*, tekst A. Molavi, zdjęcia M. Steber, [w:] *National Geographic, Polska*, styczeń 2007, s. 44–63.