

STANISŁAWA WEHLE-STRZELECKA*

WSPÓŁCZESNE TECHNOLOGIE POZYSKIWANIA ENERGII SŁONECZNEJ I ICH WPŁYW NA ESTETYKĘ ROZWIĄZAŃ ARCHITEKTONICZNYCH

SOLAR ARCHITECTURE – CONTEMPORARY TECHNOLOGIES AND AESTHETICS

Streszczenie

Odniesienie się do problemów konsumpcji energii stanowi istotne wyzwanie dla współczesnej architektury i urbanistyki. Wymogi ekonomii, oczekiwania społeczne w zakresie jakości środowiska zbudowanego oraz środowiska przyrody, a także rozwój technologii pozyskiwania energii słonecznej w ostatnim dziesięcioleciu wywierają wpływ na koncepcję architektoniczną oraz zasady kształtowania zespołów urbanistycznych. Architektura słoneczna wpisuje się w działania na rzecz realizacji idei zrównoważonego rozwoju, wprowadzając rozwiązania uwzględniające zarówno komfort przyrody, jak i komfort mieszkańców. Sprzyjają temu nowe możliwości technologiczne w dziedzinie materiałów budowlanych oraz rozwiązań konstrukcyjnych.

Słowa kluczowe: architektura, urbanistyka, architektura słoneczna, architektura energooszczędna, architektura zrównoważona

Abstract

The use of solar energy in contemporary architecture and urban design serves to create environment- and man-friendly, healthy home and urban space. Using renewable sources of energy, including solar energy, is related to the necessity of protecting the atmosphere and limiting energy consumption in building man's activity. The promotion of the idea of sustainable development, together with energy-saving architecture, gives a chance of adapting the Earth to the rate of the development of the contemporary civilisation. Technological possibilities in combination with diverse aesthetic solutions and the tradition of a place determine the shape of a solar architecture and residential urban environment. Serving man's closer contact with nature they unite it with his living place and enrich architecture with some new humanistic values.

Keywords: architecture, urban design, solar architecture, sustainable architecture

*Dr hab. inż. arch. Stanisława Wehle-Strzelecka, Instytut Projektowania Urbanistycznego, Wydział Architektury, Politechnika Krakowska.

1. Wstęp

Gwałtowny postęp procesów urbanizacji w ostatnich dziesięcioleciach, wraz z towarzyszącą mu eksploatacją, degradacją i zanieczyszczeniem środowiska naturalnego oraz zmianami klimatycznymi, zaczyna być postrzegany jako zagrożenie porządku ekologicznego w skali globalnej. Budownictwo oraz transport zaliczane są w krajach zachodnio-europejskich do największych odbiorców energii, stanowiących jednocześnie groźne źródło szkodliwych emisji. Konieczność oszczędzania zasobów naturalnych i przeciwdziałania naruszaniu równowagi w przyrodzie wskutek budowlanej działalności człowieka, a także świadomość zagrożeń związanych z dominacją technologii zrodziła w ostatnich dekadach próby poszukiwania powrotu do jedności kultury i natury wyrażającej się w ich harmonijnych wzajemnych relacjach. Zamknięciu okresu industrializacji towarzyszy inicjowanie nowych wartości w działalności gospodarczej – dążenie do realizacji modelu życia opartego na zasadach zrównoważonego rozwoju. W nowym świetle formułowane są zatem kryteria oceny środowiska zbudowanego, nowoczesności technologii, a także osiągnięć w dziedzinie techniki. Celem staje się uzyskanie wysokiej jakości życia, przy jednoczesnym dążeniu do zachowania środowiska przyrody w stanie możliwie nienaruszonym dla kolejnych pokoleń.

Odniesienie się do problemów konsumpcji energii jest zatem obecnie największym wyzwaniem dla zrównoważonej architektury i urbanistyki. Idea zarysowującej się nowej, ekologicznej ery oparta jest, między innymi, na założeniu, że energia, jaką czerpać można ze źródeł odnawialnych, np. słońca, nie jest jedynie energią alternatywną, ale zasadniczym zasobem przyrody, z którego należy korzystać. Architektura słoneczna, reprezentująca rozwiązania energooszczędne, wpisuje się w kierunki poszukiwania zrównoważonych relacji z Ziemią, włączając środowisko życia człowieka w otoczenie naturalne i harmonizując je z zasobami przyrody¹. Znajomość zasad wykorzystania odnawialnych źródeł energii, promocja rozwiązań projektowych uwzględniających promieniowanie słoneczne, i to zarówno w skali pojedynczego obiektu, osiedla, jak i miasta, wzbogaca twórczość architektoniczno-urbanistyczną o nowe wartości. Wiąże się to z przejęciem przez wiele elementów budynku nowych zadań. Oprócz tradycyjnych, do których zalicza się zadania konstrukcyjne, funkcjonalne i estetyczne, dochodzą nowe – energetyczne, takie jak: absorpcja, gromadzenie, rozprowadzanie, odzyskiwanie ciepła i wydzielanie energii, ochrona przed okresowym przegrzewaniem. Nowe energooszczędne rozwiązania są akceptowane przez społeczeństwo, szczególnie w krajach zachodniej i północnej Europy, gdzie świadomość dotycząca ekologii jest bardzo duża. Przyjęcie założenia, że architektura słoneczna powinna zmierzać do spełniania aktualnych kryteriów zrównoważenia środowiskowego, stosowanych w ocenie budynków mieszkalnych, oznacza, że powinna również odpowiadać wymogom funkcjonalności i estetyki. Spełnianiu energooszczędnych standardów przez dom i osiedle towarzyszą zatem rosnące oczekiwania w sferze estetyki.

Słoneczne systemy i technologie dostępne na rynku i wdrażane w rozwiązaniach projektowych podlegają stałemu doskonaleniu, zmianom i eksperymentom. Domy i zespoły

¹Przez pojęcie *architektury słonecznej* rozumiana jest architektura energooszczędna, której struktura, sposób ukształtowania przestrzeni zewnętrznej i wewnętrznej umożliwiają, adekwatne do klimatu, czerpanie maksymalnych zysków ciepła z energii słonecznej, przy jednoczesnym zapewnieniu minimalnych strat ciepłych. Tworzy ona integralną całość z elementami, które służą pozyskiwaniu energii słonecznej w sposób pasywny lub pasywny i aktywny.

mieszkaniowe w pełni autonomiczne (zeroenergetyczne lub produkujące energię) mają na ogół w krajach zachodnioeuropejskich charakter pilotażowy, znajdują się w fazie badań i nie są jeszcze powszechnie wznoszone. Współczesną architekturę słoneczną charakteryzuje różnicowanie rozwiązań zarówno w sferze technologii, jak i estetyki; od prostych form domów wpisanych w krajobraz, form bioorganicznych opartych na wzorach przyrody, koncepcji architektury no-tech, low-tech, optymalnej z punktu widzenia gospodarki energetycznej i ekologii, po skomplikowaną pod względem technologicznym architekturę high-tech, aż do rozwiązań w stylu science-fiction. Projekty mieszczące się pomiędzy skrajnymi, wymienionymi koncepcjami, a także ich interpretacje globalne oraz lokalne są tak różnorodne, jak indywidualne są cechy miejscowego klimatu i kultury.

2. Współczesne technologie

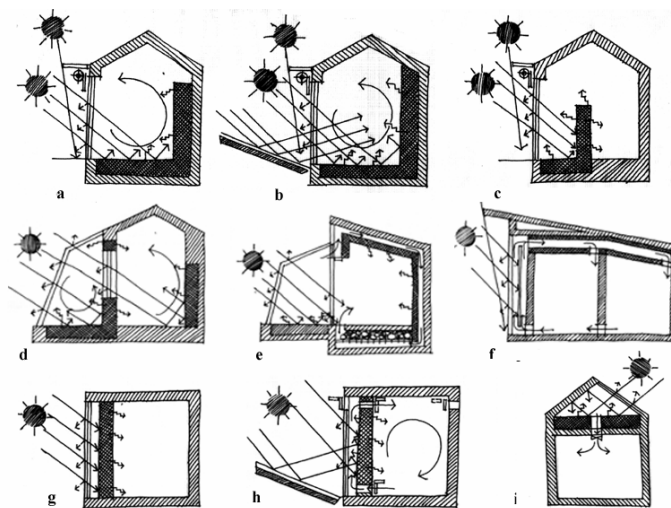
W Europie, gdzie działania na rzecz kształtowania architektury przyjaznej człowiekowi i środowisku przyrodniczemu są bardzo zaawansowane, powstało wiele proekologicznych, energooszczędnych osiedli i zespołów mieszkaniowych, w których wprowadzono architekturę słoneczną. Dowodzą one, że kontynuacja tradycyjnych rozwiązań oraz wdrażanie nowych technologii w zakresie systemów słonecznych nie stanowią w projektowaniu architektoniczno-urbanistycznym ograniczenia dla twórczej aktywności, ale poszerzają jej pole o nowe możliwości. Podstawą koncepcji architektury słonecznej najnowszej generacji jest właściwe wpisanie obiektu i zespołu urbanistycznego w środowisko na zasadzie dopasowania bryły ogrzewanej części budynku do otoczenia i klimatu, doboru konstrukcji, materiałów i izolacji oraz systemów słonecznych w celu intensyfikowania zysków ciepła. W systemach słonecznych stosuje się:

- konwersję fototermiczną – przetwarzanie energii promieniowania słonecznego na ciepło,
- konwersję fotowoltaiczną (fotoelektryczną) – przetwarzanie energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną.

2.1. Systemy pasywne – integracja z architekturą

Pasywne ogrzewanie budynków i wody do celów użytkowych stanowi znaną od wieków, najbardziej przyjazną środowisku naturalnemu i jednocześnie ekonomiczną, zasadę wykorzystania energii słonecznej z zastosowaniem jedynie środków z zakresu techniki budowlanej. Charakteryzuje je wykorzystanie całej struktury budynku lub jej elementów jako kolektora. Energia słoneczna wspomaga działania na rzecz minimalizacji potrzeb cieplnych, jaką dają energooszczędne standardy.

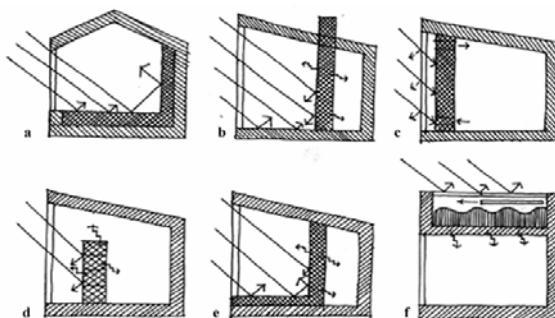
Wprowadza się podział na bezpośrednie i pośrednie systemy zysków. Do ich integralnych składników należą m.in. takie helioaktywne elementy, jak: ściany kolektorowo-akumulacyjne, okna słoneczne, klimatyczne strefy buforowe (szklarnie, cieplarnie, ogrody zimowe, hole energetyczne, izolacje transparentne, a także elementy zacieniające: osłony, zadaszenia, okapy). Spełnienie wymogów energooszczędności wyraża się w: zwartym systemie zabudowy, kształtowaniu bryły budynku i jego powłok, a także rozwiązaniach konstrukcyjnych i materiałach, szczelności złączy, zasadach strefowania pomieszczeń. Zasada zysków bezpośrednich jest najprostszym systemem, odzwierciedleniem najstarszych rozwiązań (starożytny model – dom Sokratesa). System zysków pośrednich wprowadza podział struktury budynku na elementy pozyskujące energię słoneczną (helioaktywne) i transmi-



Ryc. 1. Systemy pasywnego ogrzewania budynków (przykłady–schematy): a) system zysków bezpośrednich, b) system zysków bezpośrednich wspomaganych ekranami odbijającymi, c) system zysków bezpośrednich ze ścianką akumulującą energię wewnątrz pomieszczenia, d) system zysków pośrednich z dobudowaną szklarnią (ogrodem zimowym) – system Balcomba, e) system zysków pośrednich z dobudowaną szklarnią i elementami magazynującymi wewnątrz budynku oraz złożem kamiennym, f) system zysków pośrednich z elementami magazynującymi wewnątrz budynku – system Barra Constantini, g) system zysków pośrednich z magazynowaniem ciepła w ścianie absorbującej, h) system zysków pośrednich w ścianie Trombego wspomagany elementami odbijającymi, i) system zysków bezpośrednich wspomaganych.

Oprac. autorki

Fig. 1. Passive solar systems – examples



Ryc. 2. Pasywne systemy magazynowania ciepła – przykłady. Systemy bezpośredniego magazynowania ciepła przez nagrzewanie: a) ścian i podłóg, b) innych przegród budowlanych. Systemy pośredniego magazynowania ciepła: c) w ścianie Trombego, d) w zbiorniku otwartym. Systemy z wydzieloną częścią absorbującą ciepło: e) dodatkowe pomieszczenie, f) w zbiorniku wodnym na poddaszu lub dachu. Oprac. autorki

Fig. 2. Passive solar systems – heat storage – examples

tujące ciepło. Słoneczna architektura pasywna, jako zintegrowane połączenie koncepcji energetycznej z koncepcją urbanistyczno-architektoniczną harmonijnie wpisana w otoczenie, jest zatem faktycznie bardzo „aktywna” (ryc. 1, 2). Koncepcja energooszczędnego, europejskiego domu pasywnego (W. Feist) pojawiła się w późnych latach 80. Konsumpcję energii (ogrzewanie) w tego typu domach zredukowano do minimum ze względu na szczelność powłoki i pasywne zyski z energii słonecznej (poniżej 15 kWh/m²/rok).

2.2. Systemy słoneczne aktywne

Od końca lat 70. XX w. datuje się szybki rozwój technologii aktywnego pozyskiwania energii słonecznej i przemysłowej produkcji kolektorów, a od lat 80. poszukiwanie możliwości integracji z architekturą fotowoltaiki. Systemy słoneczne aktywne, w powiązaniu z systemami pasywnymi w ramach rozwijającej się obecnie drugiej generacji architektury słonecznej, traktowane są jako energooszczędny i ekologiczny standard. Są przykładem różnorodnego podejścia do estetyki, technologii, ekonomii oraz integracji z budynkiem, zespołem urbanistycznym i ich otoczeniem. Do systemów słonecznych należą:

- termiczne kolektory słoneczne (konwersja fototermiczna) – systemy przetwarzające energię słoneczną w ciepło w celu ogrzewania wody lub pomieszczeń,
- ogniwa fotowoltaiczne (konwersja fotowoltaiczna) – systemy przetwarzające bezpośrednio energię promieniowania słonecznego na energię elektryczną (zjawisko fotoelektryczne).

Na integrację tych systemów z architekturą pozwalają walory funkcjonalne (możliwość wykorzystania w strukturze budynku, m.in. jako elementy zacieniające, fasadowe systemy osłonowe) oraz walory estetyczne (kolor, wielkość, kształt, stopień przezroczystości).

3. Estetyka a technologia

Współczesna architektura słoneczna łączy w nurcie proekologicznym różne kierunki twórcze, style i tendencje. Wymóg oszczędnej gospodarki energią oraz tworzenia przyjaznego klimatu wewnątrz budynku, wraz z rozwojem technologii solarnych, wywierają wpływ na koncepcję architektoniczno-urbanistyczną. Jednak nie zawsze jest to jednoznacznie artykułowane w ich formie i wystroju. Pierwsze przykłady z lat 40. i 50. oraz 60. XX w. charakteryzowała prosta, podporządkowana technologii, forma lub też dostosowanie do tradycji budownictwa rodzimego oraz poszukiwanie walorów estetycznych (m.in. domy *solar adobe* w pld.-zach. stanach USA, a w Europie projekty R. Erskina, B. Warne, L. Krolla oraz Studio Vandkusten z Kopenhagi).

W wyniku analizy obiektów i zespołów zrealizowanych w ostatnim dwudziestolecu można bardzo ogólnie przyporządkować je niżej wymienionym kierunkom poszukiwań dotyczących strategii projektowania i estetyki:

- architektura stosująca systemy pasywne jako kontynuację tradycyjnych, znanych od starożytności rozwiązań, charakterystycznych dla określonych regionów i stref klimatycznych. Zaliczyć ją można do trzeciej fali tego typu rozwiązań, jakie pojawiły się na przestrzeni XX w. Promuje bioklimatyczne, naturalne metody oraz materiały budowlane (koncepcje low-tech, no-tech). Otwarta na środowisko, wywiera pozytywny wpływ na odrodzenie zasad lokalnej tradycji w budownictwie (ryc. 3a, b),

- architektura reprezentująca odejście od tradycyjnych technologii i form historycznych oraz regionalnych, poszukująca nowej estetyki i materiałów budowlanych inspirowanych przyrodą (m.in.: „Heliotrop” proj. R. Discha we Fryburgu, Villa Vision w Kopenhadze), (ryc. 4a, b),



Ryc. 3. Domy z gliny – „solar adobe”, Nowy Meksyk, USA: a) dom Balcomba, proj. Wiliama Lumpkinsa, Santa Fe, Nowy Meksyk, USA, 1970, b) La Luz Townhouses, proj. Atoine Predocka, Albuquerque, Nowy Meksyk, USA, 1967–1974. Źródło: J. Wines, „Green Architecture”, Kolonia, 2000

Fig. 3. Solar adobe houses, USA – examples



Ryc. 4. Budynki słoneczne o estetyce i konstrukcji inspirowanej przyrodą: a) dom proj. R. Discha we Fryburgu, wykorzystujący zjawisko heliotropizmu, b) Villa Vision w Kopenhadze. Fot. autorka

Fig. 4. Solar houses – aesthetics examples – nature inspire



Ryc. 5. Architektura eksponująca: a) ogrody zimowe, b) aktywne systemy słoneczne – zespół mieszkaniowy Bo 01 „City of Tomorrow”, Malmö, Szwecja. Fot. autorka

Fig. 5. Solar houses – examples of sun spaces and active solar systems

- architektura związana z ideą high-tech, która problemy wpisania w środowisko rozwiązuje za pomocą zaawansowanych technologii (grupa Read). Ewoluuje w kierunku ograniczania nadmiaru techniki i instalacji na rzecz naturalnych rozwiązań. Eco-tech

- promuje rozwiązania efektywnej powłoki budynku, optymalnie dostosowanej do klimatu,
- architektura reprezentująca kierunek pośredni pomiędzy dwoma wyżej wymienionymi, zbliżona do filozofii P. Soleni, promująca humanistyczne podejście do środowiska. Standardy energooszczędne narzucają: zwartą bryłę zabudowy i ograniczoną powierzchnię ścian, brak lub niewielkie otwory okienne w północnych fasadach. Ściana południowa jest najważniejszym elementem budynku słonecznego. Jej wystrój odzwierciedla zadanie pozyskiwania energii słońca, jakkolwiek nie zawsze jest to jednoznacznie odczytywane, zwłaszcza w przypadku założenia tradycyjnej i niezdominowanej techniką estetyki architektonicznej. Nowe technologie szkła pozwalają na łączenie wnętrza budynku w sposób nieograniczony z jego otoczeniem. Pasywna architektura eksponuje takie elementy budynku, jak: okna, oszklone hole, balkony oraz cieplarnie, ogrody zimowe, oranżerie, werandy słoneczne, zielone izby, wykusze, okna kwiatowe, szklane przekrycia dachów i przestrzeni atrialnych (ryc. 5). Pozyskując energię słoneczną dla celów ogrzewania na zasadzie efektu szklarniowego, oranżerie przeżywają obecnie renesans, łącząc walory użytkowe z estetycznymi jako atrakcyjny sposób ocieplenia budynku słonecznego. Uzupełnienie rozwiązań pasywnych elementami kolektorowymi lub fotowoltaiką może występować na zasadzie całkowitego wtopienia ich w architekturę lub też stanowić inspirację do kształtowania bryły i detalu (por. ryc. 5b).

4. Podsumowanie

Podsumowując omawiane wyżej systemy słoneczne – aktywne i pasywne, można stwierdzić, że mają one zarówno wady, jak i zalety. Ponieważ technologie pozyskiwania energii słonecznej poddawane są stałemu doskonaleniu, a rozwiązania architektoniczne charakteryzuje obecnie wielka różnorodność, zakłada się, że będą one ulegać stałej zmianie na zasadzie eliminowania najmniej ekonomicznych. Postęp technologii pozwala na wprowadzanie wielkich płaszczyzn przeszkleń południowych elewacji oraz dobre ocieplanie ścian. Również inteligentne systemy elektroniczne odgrywają istotną rolę w gospodarce energetycznej budynku.

Pasywne, indywidualne ogrzewanie budynków i wody użytkowej uważane jest za najbardziej przyjazną środowisku naturalnemu ekologiczną zasadę wykorzystania energii słonecznej. Architektura łącząca systemy pasywne i aktywne dopasowuje się do otoczenia zarówno elementami aktywnymi (kolektory, panele fotowoltaiczne), jak i pasywnymi – konstrukcją budynku, powłokami, materiałami oraz rozwiązaniem wnętrza. Analiza przykładów potwierdza powtarzanie się schematu niskich budynków i zespołów o zwartej bryle, otwartych na słońce południowymi elewacjami, o ograniczonej powierzchni ścian północnych. Względy technologiczne narzucają optymalne dostosowanie formy architektonicznej do warunków miejsca, położenia geograficznego, terenu i klimatu. „Słoneczna” droga prowadzi zatem do nowych rozwiązań pod względem materiałowym, konstrukcyjnym, techniczno-energetycznym, funkcjonalnym, ekonomicznym i estetycznym („solar-design”). Widoczne jest to w różnych skalach założeń, od domu i osiedla po wielokondygnacyjne budynki czy też klimatyczne struktury. Należy podkreślić, że architektura słoneczna ma wprawdzie za zadanie pozyskiwanie energii słonecznej, jednak wymaga

innego podejścia niż do stacji czy elektrowni słonecznej. Jest miejscem życia, środowiskiem mieszkaniowym otwartym na potrzeby człowieka, a także przyrody. Jej wartości humanistyczne wyrażają się przede wszystkim w dążeniu do zespolenia środowiska życia człowieka z otoczeniem naturalnym. Druga jej generacja, rozwijająca się w ostatniej dekadzie w ramach trzeciej fali energooszczędnych rozwiązań, jakie pojawiły się w budownictwie XX w., wpisuje się w cele stawiane zrównoważonemu środowisku zbudowanemu.

Literatura

- [1] Adamczewski P., *Projektowanie budynków na podstawie komputerowej symulacji bilansu cieplnego z uwzględnieniem naturalnych źródeł energii*, Polska Energetyka Słoneczna nr 3, 2003.
- [2] Behling S., *The Evolution of Solar Architecture*, Monachium 1996.
- [3] Carriere D., *Solar Houses for a cold Climate*, Nowy Jork 1980.
- [4] Cowan H. J., *Solar Energy Application in the Design of Buildings*, Londyn 1980.
- [5] Feist W., *Dom niskoenergetyczny – budowlany standard przyszłości*, Sto Journal nr 2, 2000.
- [6] Gauzin-Müller D., *Sustainable Architecture and Urbanism*, Berlin 2002.
- [7] Herzog T., *Architecture + Technologie*, Monachium 2001.
- [8] Jones D. L., *Architecture and the Environment. Bioclimatic Building Design*, Londyn 1998.
- [9] Kasperkiewicz K., Kowalewska K., *Budynki o niskim zużyciu energii do ogrzewania i pasywne*, Materiały Budowlane nr 1, 2003.
- [10] Kotarska K., Kotarski Z., *Ogrzewanie energią słoneczną. Systemy pasywne*, Warszawa 1989.
- [11] Lewandowski W., *Proekologiczne źródła energii odnawialnej*, Warszawa 2001.
- [12] Lyle J. T., *Regenerative Design for Sustainable Development*, Nowy Jork 1994.
- [13] Meier-Wiechert G., *Solarthermie im Wohnungsbau – Energie frei Haus*, DBZ, 10, 2001.
- [14] Pearson D., *Przyjazny dom*, Warszawa 1998.
- [15] Schmitz-Günter T., *Living Spaces. Sustainable Building and Design*, Kolonia 1998.
- [16] Sliwinski S., *Eine Chronologie der Solararchitektur in den USA*, Detail nr 6, 2005.
- [17] Steele J., *Ecological Architecture. A Critical History*, Londyn 2005.
- [18] Wehle-Strzelecka S., *Architektura słoneczna w zrównoważonym środowisku mieszkaniowym*, Kraków 2004.
- [19] Wines J., *Green Architecture*, Kolonia 2000.