

PIOTR KUCZIA*

SOLARNA AKTYWACJA BUDYNKÓW:
10 ROZWIĄZAŃ STRUKTURALNYCHSOLAR ACTIVATION OF BUILDINGS:
10 STRUCTURAL SOLUTIONS

Streszczenie

Postulat redukcji zużycia energii nieodnawialnych w budynkach nabiera ważnego znaczenia we współczesnej gospodarce. Solarna aktywacja budynków jest efektywnym środkiem prowadzącym do poprawy bilansu energetycznego. Analiza zrealizowanych obiektów helioaktywnych prowadzi do konkluzji, że będące ich podstawą założenia projektowe sprowadzić można do 10 rozwiązań strukturalnych. Są one uniwersalne, niezależne od stanu techniki i zezwalają na stylistyczną autonomię. Przedstawione rozwiązania strukturalne mogą być pomocnym narzędziem dla projektantów we wczesnych fazach projektowych. Implementacja ich na tym etapie procesu inwestycyjnego niesie ze sobą największy potencjał oszczędności ekonomicznych i energetycznych.

Słowa kluczowe: architektura solarna

Abstract

Energy saving in buildings has an increasing importance in the contemporary economics. Solar activation of buildings is an effective instrument improving the energy balance. The analysis of existing solar buildings conducts to the conclusion that it is possible to point out 10 main structural concepts, which are the basis of their design. These concepts are universal, independent of current state of technology and they allow stylistic autonomy for the designers. The presented typology is a useful tool for architects by designing of solar buildings. Implementing of these solutions in the early project stages is an efficient way to reduce the operation costs and the energy use.

Keywords: solar architecture

* Dr inż. arch. Piotr Kuczia projektuje w AGN Group, Groner Alee 100, 49479 Ibbenbüren w Niemczech i prowadzi równoległe własną działalność projektową w Polsce i Niemczech.

1. Wstęp

Ze względów politycznych, ekonomicznych i społecznych postulat redukcji zużycia energii nieodnawialnych w budynkach nabiera coraz ważniejszego znaczenia we współczesnej gospodarce. Jego realizacja odbywa się na dwóch płaszczyznach: poprzez ograniczenie strat energetycznych i intensyfikację wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych. Pozyskiwanie energii słonecznej w budynkach niesie ze sobą znaczny potencjał, który ciągle nie jest wykorzystywany w wystarczającym stopniu.

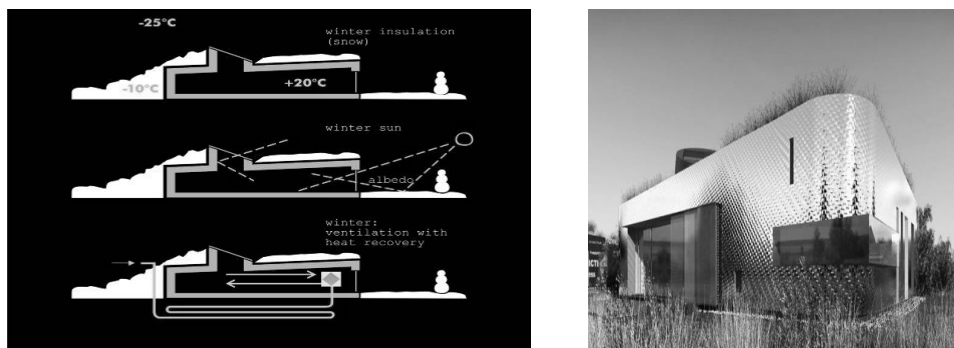
Niektóre zachodnioeuropejskie kraje o podobnym do naszego klimacie i nasłonecznieniu mogą poszczycić się długoletnimi doświadczeniami i istotnymi osiągnięciami w dziedzinie architektury solarnej. Wśród nich przodują Niemcy, Austria i Szwajcaria. W okresie ostatnich trzech dekad wybudowano tam setki tysięcy obiektów konsekwentnie wykorzystujących energię słońca.

Analiza ponad trzystu zrealizowanych tam obiektów helioaktywnych [1] prowadzi do konkluzji, że będące ich podstawą założenia projektowe sprowadzić można do przedstawionych poniżej 10 rozwiązań strukturalnych, zilustrowanych przykładami z własnej praktyki projektowej autora:

2. Geometryczna optymalizacja budynku

Podstawowym sposobem intensyfikacji wykorzystania energii słonecznej i poprawy komfortu energetycznego we wnętrzach budynku jest jego geometryczna optymalizacja. Polega ona na odpowiednim kształtowaniu bryły i przegród zewnętrznych, a także korzystnym pod względem energetycznym rozmieszczeniu pomieszczeń. W praktyce sprowadza się ona do czterech kluczowych środków:

1. Optymalizacja kształtu bryły na podstawie postulatu „mini-max”, którego celem jest ograniczenie strat ciepła i maksymalizacja pozyskiwanej energii słonecznej. Oba te założenia są antagonistyczne względem siebie: im większa powierzchnia pozyskująca energię, tym większe potencjalne straty ciepła. Optymalna bryła jest zawsze wynikiem kompromisu pomiędzy nimi.
2. Strefowanie mikroklimatyczne, polegające na grupowaniu i rozmieszczeniu pomieszczeń o odmiennych wymaganiach mikroklimatycznym i temperaturowych w taki sposób, aby maksymalizować pasywne zyski solarne i zminimalizować straty ciepła, zachowując przy tym komfort we wnętrzach. W środkowoeuropejskiej strefie klimatycznej wiąże się to przeważnie z umieszczeniem pomieszczeń użytkowych od stron budynku naświetlanych przez słońce, a pomieszczeń pomocniczych, gospodarczych lub technicznych – od strony północnej.
3. Optymalizacja udziału powierzchni przegród zewnętrznych przepuszczających światło do części masywnych, czyli w uproszczeniu duże otwory okienne od strony południowej i małe od północy.
4. Optymalne rozmieszczenie urządzeń solarnych (ogniwa fotowoltaiczne, kolektory i zasobniki itd.) i jak najkrótsze drogi przewodów instalacyjnych.



II. 1, 2. Geometryczna optymalizacja bryły budynku – dom w Czerepowcu (Rosja), projekt autorski arch. P. Kuczia (wizualizacja A. Pluta)

III. 1, 2. Geometrical optimising of the building – house in Cherepovets (Russia), design arch. P. Kuczia (rendering A. Pluta)

2. Solarne struktury addytywne

Solarne struktury addytywne to dodane do przegród zewnętrznych systemy, służące do pozyskiwania energii słonecznej. Nie przejmują one ani nie zastępują istotnych funkcji samych przegród. Typowym przykładem takich rozwiązań są kolektory słoneczne lub baterie ogniw fotowoltaicznych montowane na konstrukcjach podkładowych na powierzchni dachów lub elewacji. Obecnie jest to podstawowy sposób helioaktywnej aktywacji budynków. Rozwiązania te są kontrowersyjne pod względem formalnym, gdyż często sprawiają wrażenie obcych elementów dodanych do budynków. Zaletą elementów addytywnych jest możliwość podjęcia decyzji odnośnie do rodzaju i wielkości zastosowanego systemu, także w późniejszych fazach procesu inwestycyjnego.

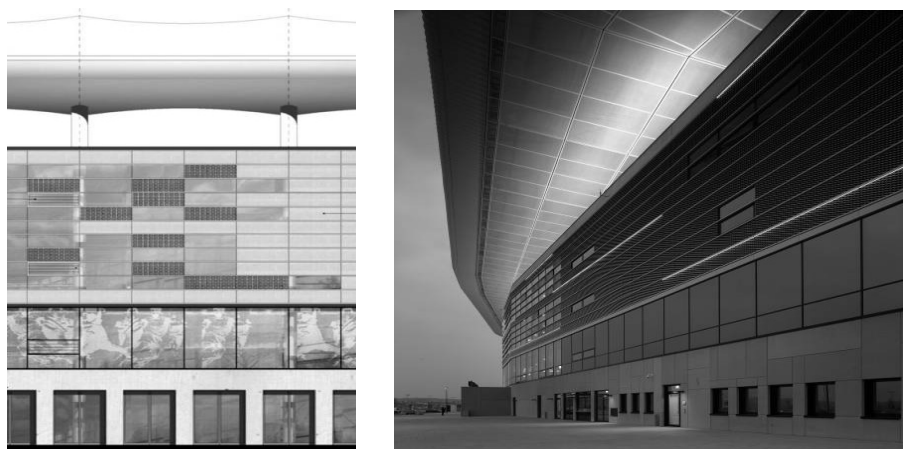


II. 3. Kolektory dachowe jako struktury addytywne – dom w Pszczynie, proj. autorski arch. P. Kuczia (fot. D. Zuber)

III. 3. Solar panels as additive structure – house in Pszczyna (Poland), design arch. P. Kuczia (photo by D. Zuber)

4. Solarne struktury zintegrowane

W odróżnieniu od elementów addytywnych solarne struktury zintegrowane przejmują część funkcjonalnych i technicznych zadań przegród zewnętrznych. Oprócz tego, że pozyskują one energię słoneczną, pełnią jednocześnie funkcję materiału fasadowego lub pokrycia dachowego. Zastępując przegrody zewnętrzne lub ich części, mogą przyczynić się do redukcji kosztów inwestycji. Przykładem są ogniwa fotowoltaiczne zintegrowane w szyby przeszkleń – nie tylko przetwarzają one energię słoneczną na prąd, ale chronią także przed nadmiarem promieni słonecznych we wnętrzach.



Il. 4, 5. Solarne struktury zintegrowane – Rhein-Neckar-Arena w Sinsheim (Niemcy), koncepcja arch. P. Kuczia w AGN (fot. AGN)

Il. 4, 5. Integrated solar structures – Rhein-Neckar-Arena in Sinsheim (Germany), preliminary design arch. P. Kuczia for AGN (foto by AGN)

5. Szklarnie

Szklarnia jest jednym z archetypów architektury solarnej – wykorzystanie efektu cieplarnianego w budynkach sięga czasów starożytnego Rzymu. Swój burzliwy rozwój szklarnie przeżyły w XVIII-wiecznej Anglii. Obecnie jest to jedno z najbardziej rozpowszechnionych rozwiązań helioaktywnych – w samych Niemczech realizowanych jest rocznie około 30 tysięcy sztuk. Obok tradycyjnych przegród ze szkła stosuje się także tworzywa sztuczne w postaci płyt komorowych lub membran foliowych. Szklarnie mogą być dodane do budynku lub z nim zintegrowane. Mogą być powiązane z pozostałymi pomieszczeniami budynku, bądź też czasowo lub stale od nich oddzielone. Ściany zewnętrzne szklarni całkowicie powiązanych z innymi pomieszczeniami muszą charakteryzować się dobrymi właściwościami termoizolacyjnymi, szklarnie czasowo lub stale oddzielone od reszty budynku mogą mieć gorsze parametry termoizolacyjne. W celu ochrony wnętrza szklarni przed przegrzewaniem konieczne jest zapewnienie odpowiedniego systemu zacielenia oraz wydajnej wentylacji.



II. 6, 7. Szklarnia – domek ekologiczny nad Jeziorem Łackim, projekt autorski arch. P. Kuczia
(fot. T. Pikula)

III. 6, 7. Winter garden – green house on Lake Łąka (Poland), design arch. P. Kuczia
(photo by T. Pikula)

6. Budynek w budynku

Koncepcja „budynek w budynku” jest kulminacją rozwoju idei szklarni. Szklarnia przestaje być w tym przypadku dołożonym od nasłonecznionej strony elementem, lecz staje się najistotniejszą częścią obiektu. Budynek w budynku to struktura przestrzenna, w której właściwa część funkcjonalna, tzw. rdzeń (w postaci jednego lub grupy budynków), otoczona jest przepuszczającą światło przegrodą zewnętrzną. Pomiedzy rdzeniem a zewnętrzną przegrodą osłonową powstaje przestrzeń buforowa o charakterze użytkowym. Zewnętrzna przezroczysta przegroda pasywnie pozyskuje energię słoneczną i ogranicza straty ciepła z rdzenia. Ponadto chroni ona przed wpływami atmosferycznymi i emisjami z zewnątrz. Idea budynku otoczonego w całości szklarnią nie jest nowa. Spotyka się ją m.in. w futurystycznych projektach lat 60., np. w szklanych kopułach Fullera.

7. Solarne sfery

Solarna sfera to budynek, w którym nadziemne przegrody zewnętrzne wykonane są z przepuszczających światło słoneczne materiałów i w którym zdecydowana większość wewnątrz przylega bezpośrednio do tych przegród. W odróżnieniu od poprzedniego rozwiązania wewnątrz solarnej sfery powstaje przestrzeń o jednolitych warunkach mikroklimatycznych. Przezroczysta przegroda zewnętrzna (ściany i dach) musi spełniać wszystkie istotne dla siebie funkcje: chronić przed wpływami atmosferycznymi, hałasem, ograniczać straty ciepła itd.

8. Przeszkłone atria

Atrium to ograniczone przezroczystymi przegrodami zewnętrznymi – dachem i częściowo ścianami – pomieszczenie wewnątrz budynku. Zwykle rozpościera się ono przez większość kondygnacji budynku i sięga przyziemia. Korzenie współczesnego atrium sięgają początków XIX w., kiedy to pojawiły się żeliwno-szklane przeszklenia wewnętrznych podwórek. Pod względem energetycznym atrium spełnia kilka funkcji: jest elementem pasywnie pozyskującym energię słoneczną, pełni rolę bufora termicznego, masywne elementy budowlane wewnątrz atrium akumulują ciepło, odpowiednio zwymiarowane i rozmieszczone otwory w przegrodach atrium stymulują naturalną wentylację wewnątrz.



II. 8. Atrium – zeroenergetyczny budynek badawczo-edukacyjny 3E we Wrocławiu, projekt autorski arch. P. Kuczia (wizualizacja A. Pluta)

III. 8. Atrium – research and educational building 3E in Wrocław (Poland), design arch. P. Kuczia (rendering A. Pluta)

9. Pojedyncze i podwójne przegrody zaktwowane solarnie

Pojedyncze przegrody zaktwowane solarnie to przepuszczające światło jednopowłokowe fasady i dachy lub ich części, zaprojektowane w celu pasywnego pozyskiwania energii słonecznej. Wykazują się one dodatnim bilansem energetycznym i powinny jednocześnie zapewnić odpowiedni komfort użytkowy we wnętrzach. Choć potencjalnie każda szklana ściana kurtynowa lub okno może być przegrodą zaktwowaną solarnie, w praktyce musi ona spełniać liczne, czasami przeciwstawne wymagania. Do najważniejszych z nich należą: umożliwienie zysków solarnych, zapewnienie odpowiedniej izolacji termicznej w celu ograniczenia ucieczki energii, zabezpieczenie przed nadmierną insolacją, zapewnienie odpowiedniego doświetlenia wewnątrz.

Podwójne przegrody zaktwowane solarnie to ściany lub dachy, które składają się z dwóch przezroczystych kurtyn, oddzielonych od siebie przestrzenią powietrzną i tworzących wspólnie zewnętrzną przegrodę budynku. W praktyce najczęściej spotyka się je jako systemy fasadowe: oddzielone od siebie na każdej kondygnacji, systemy wielokondygnacyjne lub jako ich kombinacje. Podwójne fasady i dachy są drogie, a ich energetyczna przewaga w stosunku do nowoczesnych fasad pojedynczych jest stosunkowo niewielka. Oszczędności eksploatacyjne pojawiają się dopiero, kiedy ich zastosowanie prowadzi do rezygnacji z klimatyzacji lub wentylacji mechanicznej na rzecz wentylacji naturalnej (np. chłodzenie przez otwarte okna nocą przy jednoczesnym zabezpieczeniu przed włamaniem). Swoje uza-

sadnienie znajdują one w budynkach wysokościowych (problemy z oddziaływaniem wiatru na osłony przeciwsłoneczne) lub w przypadku obciążenia hałasem. W ostatnich kilkunastu latach odegrały one znaczącą rolę w rozwoju architektury.



II. 9, 10. Przegrody zaktywowane solarnie – centrala Fritz Berger AG w Neumarkt (Niemcy), koncepcja arch. P. Kuczia w AGN (fot. AGN)

III. 9,10. Single solar activated glass walls – Fritz Berger AG in Neumarkt (Germany), preliminary design arch. P. Kuczia for AGN (photo by AGN)

10. Kominy solarne

Kominy solarne wykorzystują efekt fizyczny, w wyniku którego ogrzane (przez Słońce) powietrze unosi się w górę w odpowiednio zaprojektowanych przestrzeniach wewnątrz budynku, a w jego miejsce napływa świeże powietrze z zewnątrz. Podobnie jak w poprzednim przypadku, rozwiązanie to obniża zużycie energii potrzebnej do przemieszczania, a także podgrzewania lub chłodzenia mas powietrza w budynku. Kominy solarne mogą spełniać dodatkowo funkcję kanałów oddymiających. Grawitacyjny ruch powietrza wspomagany jest czasem umieszczonymi na dachu aerodynamicznymi profilami (spojlerami).



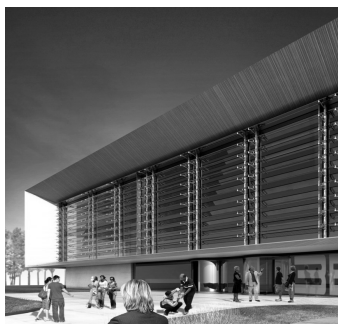
II. 11, 12. Kominy solarne – zeroenergetyczny budynek badawczo-edukacyjny 3E we Wrocławiu, projekt autorski arch. P. Kuczia (wizualizacja A. Pluta)

III. 11, 12. Solar chimneys – research and educational building 3E in Wrocław (Poland), design arch. P. Kuczia (rendering A. Pluta)

11. Ruchome struktury solarne

Budynki lub ich części podążające za ruchem słońca są rozwiązaniem kosztownym, i dlatego stosuje się je rzadko. Reagujące na słońce ruchome elementy mogą chronić przed nadmierną insolacją, ustawiać się w optymalnym położeniu względem słońca (w celu maksymalizacji zysków solarnych) lub też spełniać oba powyższe zadania jednocześnie.

Spotyka się je w postaci: ruchomych aktywnych urządzeń solarnych, heliostatów i systemów kolektorowo-reflektorowych oświetlenia dziennego, przesuwanych lub obrotowych części elewacji, obrotowych dachów lub ich części lub obrotowych budynków.



II. 13. Ruchome osłony przeciwsłoneczne z fotoogniwami – budynek badawczo-edukacyjny 3E we Wrocławiu, projekt autorski arch. P. Kuczia (wizualizacja A. Pluta)

III. 13. Rotatable sun protection with photovoltaics – research and educational building 3E in Wrocław (Poland), design arch. P. Kuczia (rendering A. Pluta)

12. Wnioski

W literaturze brakowało dotychczas usystematyzowanej typologii rozwiązań solarnych. Stosowany zwykle podział na systemy pasywne i aktywne odnosi się głównie do energetycznego sposobu pozyskiwania energii słonecznej i nie odzwierciedla gamy możliwości projektowych.

Typologia przedstawiona powyżej jest uniwersalna, niezależna od panującej stylistyki lub stanu techniki i odnosi się do wszelkiego rodzaju budynków, niezależnie od ich funkcji i przeznaczenia. Znajomość tych elementarnych rozwiązań może być bardzo pomocna dla projektantów, dostarczając im pełny wachlarz opcji projektowych w tworzeniu budynku solarnego. Im wcześniejsza faza projektu, w trakcie której zostają one uwzględnione, tym większy jest potencjał oszczędności ekonomicznych i energetycznych [2].

Literatura

- [1] Kuczia P., *Tendencje rozwojowe architektury solarnej na przykładzie realizacji w Niemczech*, praca doktorska, Politechnika śląska, Gliwice 2008.
- [1] König H, Kohler N., *Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung*, Institut für Internationale Architektur-Dokumentation, München 2009.