ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2013
Seria: ARCHITEKTURA z. 53 Nr kol. 1889

Joanna BIEDROŃSKA
Politechnika Śląska
Wydział Architektury

ROZWIĄZANIA PASYWNE W ARCHITEKTURZE W KONTEKŚCIE ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO

Streszczenie. Energooszczędność i zastosowanie energii odnawialnej stanowi jedno z głównych komponentów ekologicznego budownictwa. Efektywnym sposobem oszczędzania jest wykorzystanie w budynku światła i energii cieplnej słońca oraz energii wiatru w sposób bezpośredni, bez uciekania się do systemów mechanicznych. Jest to sposób naturalny, zwany też pasywnym. Jego podstawową zaletą jest redukcja zapotrzebowania na energię przy równoczesnym podniesieniu komfortu użytkowania budynków i dbałości o środowisko naturalne, rozumianej jako szereg działań związanych z obniżeniem niekorzystnego wpływu budynku na środowisko.

Słowa kluczowe: budownictwo ekologiczne, energia odnawialna, rozwiązania pasywne, środowisko naturalne.

PASSIVE ARCHITECTURAL SOLUTIONS IN THE CONTEXT OF ENVIRONMENTAL IMPACT

Summary. The ecological building concept takes into account the energy-saving techniques and the application of renewable energy sources. The most effective way for the energy savings in buildings is the utilization of the natural light and thermal energy of the sun together with the wind energy. This can be done in a direct, natural way without usage of any mechanical systems. This method is also known as a passive method. The major advantage of this method is reduction of a demand for a building energy and at the same times an increase in comfort of living. The environmental concerns including the lowering of building impact on its surroundings is an additional advantage of this architectural design approach.

Keywords: ecological building, renewable energy, passive energy design, natural environment.

1. Wstęp

Skutki oddziaływania budynku na środowisko

W celu redukcji negatywnych skutków wywieranych na środowisko przez przemysł budowlany powstała koncepcja zrównoważonego budownictwa na bazie innowacji ekologicznych. Zrównoważone budownictwo jest znane także pod nazwą „budownictwo ekologiczne" albo „zielone". Przez ostatnie dwie dekady tworzenie przyjaznych dla środowiska „zielonych" budynków zaowocowało przejściem od pobieżnie traktowanego zagadnienia do głównego nurtu w dziedzinie projektowania i budowania. Jaki dokładnie wpływ na środowisko mają te budynki przez cały cykl życia ich istnienia, od konstrukcji do operacji zburzenia i usunięcia w pełni, nie jest zrozumiane. Z punktu widzenia ochrony środowiska i rozwoju zrównoważonego idealnym budynkiem byłby taki, który byłby w minimalnym stopniu odpowiedzialny za pogarszanie się stanu środowiska naturalnego. Z drugiej jednak strony nie da się całkowicie wyeliminować negatywnego oddziaływania budowy i użytkowania budynku na środowisko.

Tabela 1

Zestawienie skutków oddziaływania budynku na środowisko

Aspekty zbudowanego środowiska	Konsumpcja	Środowiskowe skutki	Ostateczne skutki
lokalizacja projektowanie budowa eksploatacja remonty renowacja rozbiórka	energia woda materiały naturalne zasoby	zanieczyszczenia powietrza, zanieczyszczenia wody, wewnętrzne zanieczyszczenia, kanalizacja, odpływ wody deszczowej, hałas	szkodliwy wpływ na zdrowie ludzi, degradacja środowiska

Źródło: http://www.epa.gov/greenbuilding/pubs/about.htm [dostęp: 23.09.2013]

Innowacje ekologiczne to rozwiązania mające na celu zmianę wzorców konsumpcji i produkcji poprzez rozwijanie technologii, produktów i usług ograniczających negatywne oddziaływanie na środowisko naturalne i zdrowie człowieka. Szczególne znaczenie odgrywają na rynku budowlanym. W projektowaniu nacisk kładzie się na kształtowanie energooszczędnej formy budynku, stosowanie rozwiązań umożliwiających wykorzystanie słońca i wiatru, użycie materiałów lokalnych lub materiałów z odzysku.

2. Architektura ekologiczna

Architektura ekologiczna oznacza rozwiązania o dużych walorach estetycznych, minimalizujące szkodliwość dla zdrowia i otoczenia projektowanych i realizowanych obiektów. Wymaga zharmonizowania obiektów z otoczeniem, wykorzystując materiały i rozwiązania o niskim zużyciu energii konwencjonalnej użytej do ich produkcji. Wykorzystuje energię odnawialną do ogrzewania i wentylacji oraz stosuje głównie materiały odnawialne. Architektura ekologiczna stosuje filozofię przyjaznych rozwiązań i oznacza kształtowanie budynków z poszanowaniem środowiska naturalnego [4].

3. Energooszczędność i zastosowanie energii odnawialnej

Energooszczędność i zastosowanie energii odnawialnej stanowi jedno z głównych komponentów ekologicznego budownictwa. Najbardziej efektywnym sposobem oszczędzania jest wykorzystanie w budynku światła i energii cieplnej słońca oraz energii wiatru w sposób bezpośredni, czyli bez uciekania się do systemów mechanicznych. Jest to sposób naturalny, zwany też pasywnym. Architektura budynku zintegrowana jest z jego potrzebami energetycznymi. Dzięki odpowiednio zaprojektowanej bryle, strukturze i zastosowanym materiałom, właściwej lokalizacji, koncepcji kształtowania funkcjonalno-przestrzennego budynki mogą odznaczać się ograniczonym zapotrzebowaniem na energię użytkową. Widoczne jest nawiązanie do idei domów słonecznych poprzez stosowanie pasywnych systemów grzewczych, systemów oświetlenia naturalnego oraz aktywnych i pasywnych osłon przeciwsłonecznych. Koncepcja kompleksu przewiduje zastosowanie materiałów zapewniających niską ingerencję w środowisko naturalne.

4. Rozwiązania pasywne w architekturze

Budownictwo wykorzystujące pasywny sposób pozyskiwania energii jest jednym z kierunków będących częścią nurtu architektury proekologicznej, ale na pewno jego podstawową zaletą jest ogromna redukcja zapotrzebowania na energię do celów grzewczych przy równoczesnym podniesieniu komfortu użytkowania budynków. Podstawowe korzyści dotyczą przede wszystkim takich parametrów wewnętrznego mikroklimatu jak: właściwy rozkład temperatur wewnątrz pomieszczeń, właściwa wymiana gazowa poprzez prawidłowo funkcjonujący system wentylacji, ochrona przed letnim przegrzaniem bez konieczności stosowania klimatyzacji. W przypadku stosowania rozwiązań pasywnych szczególnie istotny jest dobór odpowiednich materiałów i rozwiązań architektoniczno-budowlanych pozwalających wykorzystać strukturę budynku do pochłaniania, magazynowania oraz

rozprowadzania pozyskanej energii promieniowania słonecznego. Konstrukcja budynku pozwala na integrację odnawialnych źródeł energii i optymalizację poboru energii. Możliwe staje się to przy wykorzystaniu energii słonecznej przez aktywność bioklimatycznych elementów konstrukcji budynku, bez użycia mechanicznych (aktywnych) sposobów pozyskiwania energii. Oczywiście, starania o uzyskanie proekologicznego charakteru budynku nie muszą się kończyć na standardzie budynku pasywnego. W ten nurt wpisany jest szereg działań związanych z obniżeniem niekorzystnego wpływu budynku na środowisko, jak maksymalne obniżenie emisji CO_2, obniżenie wielkości energii wbudowanej (redukcja wydatków energetycznych związanych z pozyskaniem surowców, produkcją i transportem materiałów budowlanych), dążenie do stworzenia budynku w minimalnym zakresie wpływającego na naturalne procesy przyrodnicze (obieg wody, lokalny mikroklimat, wielkość powierzchni biologicznie czynnej, rozwój fauny i flory, zachowanie dotychczasowych korytarzy przepływu mas powietrza). Te wszystkie cele mogą być zrealizowane poprzez powszechnie znane rozwiązania. Gwarancją sukcesu jest jednak jednoczesne zastosowanie wszystkich elementów systemu przy zachowaniu dużej dbałości o szczegółowe rozwiązania.

4.1. Zakres rozwiązań architektonicznych w systemie pasywnego pozyskiwania energii, zapewniający oszczędność energii z poszanowaniem środowiska naturalnego

Dążenie do znacznego zmniejszenia zapotrzebowania na ogrzewanie i chłodzenie budynku sprawia, że jego architektura zostaje podporządkowana celom energetycznym. Stworzenie odpowiednich warunków nasłonecznienia, dopasowania struktury budynku do biernego wykorzystania energii promieniowania słonecznego oraz uwzględnienie ekologicznych zasad projektowania wchodzą w zakres następujących działań:

- Kształtowanie bryły. Zminimalizowanie strat ciepła poprzez ukształtowanie zwartej bryły, tak by uzyskać korzystny stosunek powierzchni przegród zewnętrznych do kubatury (A/V). Odpowiednie ukształtowanie bryły oraz fasady pozwala pasywnie regulować klimat wnętrza, chroniąc pomieszczenia przed przegrzewaniem w okresach letnich.
- Zastosowanie rozwiązań architektonicznych wykorzystujących pasywny sposób pozyskiwania energii. Całość zjawisk zachodzących w budynku można zobrazować (rys. 1.), przypisując role elementom przegród budowlanych, mających znaczenie w strategii pasywnego ogrzewania i chłodzenia, oraz określając oddziaływanie słońca i wiatru, utrzymujące właściwy mikroklimat wnętrza w porze zimy i lata. Są to następujące elementy:

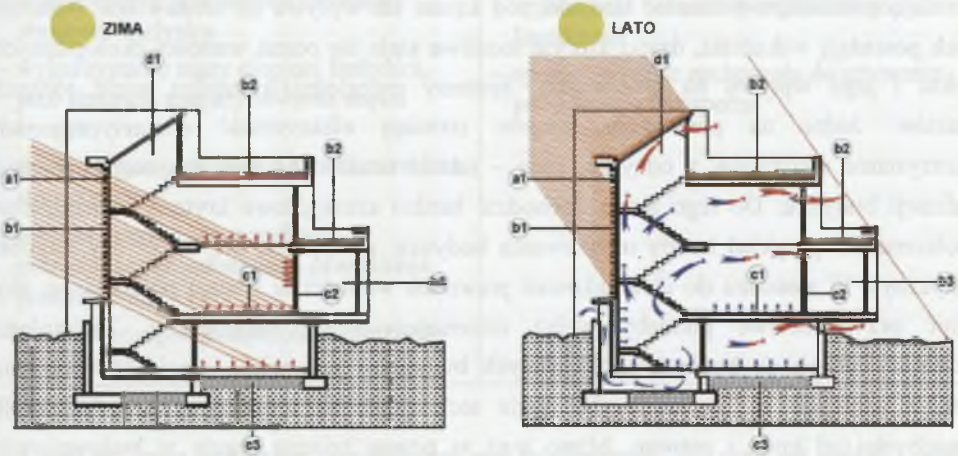
a) architektoniczne osłony przezroczyste dające dostęp promieniowania słonecznego oraz światła dziennego: struktury szklane okien (rys. 1.a1), przekryć dachowych, świetliki z regulacją stopnia zacienienia w różnych porach roku, a w ujęciu przestrzennym: atria wewnętrzne, przeszklone przestrzenie buforowe, ogrody zimowe i czerpnie słoneczne.

Przy 60% przezroczystości fasady zachowany jest zrównoważony stosunek pomiędzy otrzymywaną energią słoneczną w zimie oraz wykorzystaniem światła a ograniczeniem przegrzania w miesiącach letnich.

b) architektoniczne elementy izolujące, zabezpieczające budynek przed stratami ciepła w zimie i zyskami w lecie: zielone dachy (rys. 1.b2) oraz elewacje, ściany i przestrzenie buforowe (rys. 1.b3), zagłębienie części budynku w gruncie, stałe lub dodane elementy zacieniające (rys. 1.b1);

c) architektoniczne elementy akumulujące energię cieplną: masywne, nieizolowane termicznie przegrody wewnętrzne budynku, w tym stropy (rys. 1.c1), podłogi i ściany (rys. 1.c2) wykonane z naturalnych materiałów o dużej pojemności cieplnej, ponadto zbiorniki wodne i ziemia w szklarniach, podziemne magazyny ciepła (rys. 1.c3);

d) architektoniczne elementy służące wentylacji naturalnej: podwójne fasady, przestrzeń buforowa w formie dodanej szklarni, atrium przeszklone spełniające rolę komina wentylacyjnego (rys. 1.d1), gdzie w każdym przypadku cyrkulacja powietrza odbywa się przez otwory nawiewne umieszczone w dolnych partiach szklanych ścian i wywiewne w górnych partiach lub dachu, warunkując wentylację wyporową lub wentylację poprzeczną.



Rys. 1. Pasywny sposób pozyskiwania energii w budynku na schemacie przekroju w kierunku południe–północ
Fig. 1. Passive energy design strategies in building, schema in section south–north
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [2]

Budynki zaliczane do zielonego budownictwa powinny ponadto posiadać:

– system wentylacji naturalnej pomieszczeń gwarantujący naturalny przepływ powietrza;
– efektywną pod względem izolacyjności cieplnej obudowę budynku o współczynniku strat ciepła odniesionego do m² powierzchni obudowy budynku $H'_{tr,max} < 0,3$ W/(m² K);

- rozkład pomieszczeń, głębokość pomieszczeń – minimalizujące potrzebę sztucznego oświetlenia, dostępność światła dziennego, właściwy stosunek powierzchni okien do powierzchni podłogi;
- zielone materiały posiadające certyfikaty potwierdzające ich nieszkodliwość, naturalne, mało przetworzone, materiały z recyklingu, inne chroniące środowisko (np. beton przy produkcji, którego nie ma wydzielania CO_2, drzewo z kontrolowanego źródła);
- otoczenie zapewniające ochronę środowiska naturalnego, występowanie powierzchni biologicznie czynnych, odprowadzenie wody deszczowej;
- możliwość magazynowania wody deszczowej i wykorzystania jej do podlewania zieleni oraz powtórnie do spłukiwania urządzeń sanitarnych w celu ograniczenia zużycia wody pitnej.

5. Wielokryterialne badania w dziedzinie architektury bioklimatycznej

Badania zmierzają do opracowania optymalnych rozwiązań bazujących na holistycznym podejściu do poprawy właściwości technicznych i użytkowych budynków. Na świecie funkcjonują różne systemy oceny zgodności obiektów z zasadami zrównoważonego rozwoju, pozwalające całościowo oceniać budynki pod kątem ich wpływu na środowisko. Niektóre z nich posiadają wskaźniki, dzięki którym możliwa staje się ocena wartości ekologicznych obiektu i jego wpływu na środowisko. Systemy uwzględniają bardzo wiele różnych kryteriów. Jedne na pierwszym miejscu stawiają efektywność energetyczną lub wykorzystanie materiałów z odzysku, inne – jakość środowiska wewnętrznego i miejsce lokalizacji budynku. Do tego mogą dochodzić bardzo szczegółowe kryteria ekonomiczne i społeczne (na przykład koszty użytkowania budynku, dostępność bez barier czy komfort akustyczny). W stosunku do uwarunkowań prawnych wartości te zostają podniesione, aby spełnić przyszłościowe potrzeby wciąż zmieniających się parametrów. Technologii wykorzystywanych do budowy ekologicznych budynków jest wiele, ciągle też powstają nowe, a istniejące są ulepszane. To, jakie technologie są wykorzystywane, różni się w zależności od kraju i regionu. Mimo tego są pewne żelazne reguły w budownictwie zrównoważonym, których trzeba przestrzegać niezależnie od miejsca. Powstałe budynki składają się z różnego rodzaju materiałów i komponentów, które w wyniku połączenia tworzą całą gamę rozwiązań. Wybór jednego z nich ma bezpośredni wpływ na ekologiczność budynku na każdym etapie jego powstawania.

Zadaniem architektów w procesie zintegrowanym jest współdziałanie z rzeszą specjalistów z dziedziny budownictwa, instalacji, energetyki, ochrony środowiska. Jednak już na wstępnym etapie projektowania niezbędne jest wpojenie podstawowych zasad kształtowania struktury budynku i jego wyrazu architektonicznego. Pasywne systemy pozyskiwania energii mogą stanowić bazę w projektowaniu, bowiem tu zostają wykorzystane

darmowe źródła energii, które w każdym momencie mogą być uzupełniane aktywnymi środkami pozyskiwania energii. Zaprojektowana już na wstępie struktura budynku stanowi podstawę wartościowego projektu oraz jego koncepcji energetycznej. Wiąże się to bezpośrednio z próbą powrotu człowieka do szerszego kontaktu z naturą – odtwarzania porzuconych tradycyjnych metod budowania, optymalizacji wykorzystanych zasobów naturalnych, redukcji negatywnego wpływu na środowisko.

To, w jakim stopniu brane jest pod uwagę zastosowanie energii odnawialnej, pasywnych sposobów pozyskiwania energii czy zagadnień ochrony środowiska, obrazują kryteria, według których David L. Jones charakteryzuje przykłady budynków bioklimatycznych w książce „Architecture and Environment" [3].

Tabela 2

Zestawienie energetycznych i środowiskowych cech budynku bioklimatycznego

Cechy energetyczne budynku	Cechy środowiskowe/zdrowotne
– orientacja większości fasad – naturalna wentylacja: procentowa wielkość powierzchni naturalnie wentylowanych – nocne zaopatrzenie wentylacji – współczynnik przenikania cieplnego obudowy budynku – wykorzystanie masy cieplnej budynku, jako strategia magazynowania części energii – system regulujący dostęp promieniowania słonecznego – procent netto obszaru podłogi potrzebującego sztucznego oświetlenia podczas dnia – kontrola energooszczędności sztucznego oświetlenia	– materiały / komponenty stosujące strategię zmniejszającą zużycie i transport energii – użycie materiałów z recyklingu – użycie drewna z kontrolowanych źródeł – specjalna instalacja oszczędzająca wodę – organizacja naturalnej organicznej kanalizacji – sposób, wymiar zachęcania do używania publicznego transportu

Źródło: opracowanie własne na podstawie [3]

David L. Jones w książce „Architecture and Environment" [3] stara się opisać i ocenić budynki bioklimatyczne, które są inspirowane naturą i reprezentują jasną strategię pomniejszania degradacji środowiska, by pretendowały one do grupy tzw. zielonego budownictwa (ang. *Green Building*). Ujawnia, jak ważne i nierozłączne są środowiskowe i energooszczędne zagadnienia w projektowaniu budynku, by osiągnąć cele strategii zrównoważonego budownictwa. Zawarte przykłady przedstawiają skuteczne zastosowanie form energii, selekcji materiałów, korzyści i niedociągnięć zautomatyzowanych systemów kontroli budynku i zastosowania środków służących zdrowiu i komfortowi mieszkańców. Badania określają cechy zrównoważonego budownictwa i prezentują kluczowe techniczne informacje, wyznaczają przyszłe kierunki w architekturze bioklimatycznej.

Tabela 3

Zestawienie innych, możliwych do określenia parametrów definiujących energooszczędność budynku

System ogrzewania	Wydajność energetyczna
paliwo/w przybliżeniu % zużycie	całkowita
typ urządzenia	naturalne oświetlenie
system ogrzewania	chłodzenie
mechaniczna wentylacja	mechaniczna wentylacja
rodzaj przepływu powietrza	ogrzewanie
odzysk ciepła	całkowita oszacowana ilość wydzielanego dwutlenku węgla

Źródło: opracowanie własne na podstawie [3]

Architekt Luis de Garrido rozwija nowatorskie architektoniczne pojęcie „sztuczna natura" [2]. Prezentuje sztuczny ekologiczny system wcielający zrobione przez człowieka artefakty i budynki – z jego własnymi regułami, który rozwija się obok naturalnego ekosystemu. Utworzył system stosujący komplet architektonicznych elementów, idealny dla kreowania budynków z nieskończonym cyklem życia, którego komponenty mogą zostać odzyskane, są uzupełniane i są ponownie użyte w sposób ciągły i trwały, bez generowania strat czy emisji. System ten opiera się w dużej mierze na pasywnym sposobie pozyskiwania energii w budynku oraz działaniach zwiększających jego sprawność energetyczną i poprawiających mikroklimat wnętrza.

Budynki mogą być przenoszone w inne lokalizacje, zmodyfikowane i wybudowane tak, by przypominały żywe organizmy, bowiem zużywają bardzo małą ilość energii, wykorzystują energię słoneczną i geotermalną. Jednakże architekt nie poprzestał na tym, definiując tylko ten nowy i interesujący paradygmat, jako wynik swoich badań. W praktyce zawodowej zaowocowało to zaprojektowaniem i zrealizowaniem modelowych budynków, w których zostały wdrożone przyjęte schematy rozwiązań potwierdzające słuszność koncepcji gospodarowania energią w budynku.

Na podstawie doświadczeń i analiz de Garrido formułuje dekalog zaleceń i kierunków zrównoważonej architektury, zapewniający niski wymiar w rozrachunku ekonomicznym [2]:

1. przyjęcie nowych przepisów dotyczących projektowania, których celem jest osiągnięcie zrównoważonego budownictwa (forma budynku, zacienianie, orientacja, organizacja gospodarki odpadami);
2. zwiększenie termoizolacji budynków, mikrowentylacja naturalna;
3. zastosowanie poprzecznej wentylacji we wszystkich budynkach;
4. orientacja południowa dla pomieszczeń wymagających zysków energetycznych i pomieszczeń pomocniczych lokowanych od północy;

5. zadysponowanie około 60% okien od strony południowej, 20% okien od wschodu, 10% na zachód i 10% na północ;
6. zadysponowanie zacienienia od wschodu i zachodu – światło pośrednie; zapewnienie od południa zacienienie światła słonecznego tak, aby umiarkowanie dotarło do wnętrza latem, natomiast maksymalnie w zimie;
7. wykorzystanie energii słonecznej przez aktywność bioklimatycznych elementów konstrukcji budynku bez użycia mechanicznych (aktywnych) sposobów pozyskiwania energii; zwiększenie bezwładności cieplnej budynku, co znacznie zwiększa jego masę termiczną (posadzki, stropy, ściany);
8. promowanie odzysku, ponownego użycia i recyklingu materiałów budowlanych;
9. prefabrykacja i uprzemysłowienie elementów budowlanych;
10. zmniejszenie większości odpadów wytwarzanych w budynku.

6. Podsumowanie

Hierarchia wartości w architekturze ciągle się zmienia. Jej zadaniem nie jest już tylko dostarczanie funkcjonalnych budynków. W obliczu narastających problemów środowiskowych architektura ma nową misję – być ekologiczną. Przykłady zielonej architektury (architektury ekologicznej) można znaleźć na całym świecie.

Kwalifikacja budynków zaliczanych do „zielonych" na podstawie systemów oceny oddziaływania na środowisko wymaga określenia liczby cech oraz istotnych właściwości, miar analizy kosztowej cyklu życia, uzyskanych przy zastosowaniu programów komputerowych. Poza czysto matematycznymi wynikami w analizie kosztowej cyklu życia i w efekcie w ekonomicznym bilansie istotna jest zasada kształtowania struktury i zasad energetyki budynku wpisująca się w zagadnienia pasywnego pozyskiwania energii, która wpojona jest architektom już od fazy wstępnej projektu. Dobry projekt w zamyśle projektanta to już nie tylko prawidłowo opracowana funkcjonalnie przestrzeń ograniczona nowoczesną obudową elewacji z zachowaniem tradycyjnych metod budowania – wedle sztuki. Do konwencjonalnego sposobu projektowania należy dzisiaj włączyć filozofię współistnienia budynku z otaczającym środowiskiem i zintegrować kształtowanie funkcjonalne z zagadnieniami energetyki cieplnej budynku. Rezultat działań w dużym stopniu zależy od świadomości projektanta i jego umiejętności korzystania z narzędzi, jakie oferuje budownictwo energooszczędne i proekologiczne. Należy podkreślić także, że rozwiązania pasywne dają optymalne możliwości dla realizacji celów prośrodowiskowych oraz kreują nową jakość użytkową i estetyczną.

Skierowanie uwagi na budownictwo bioklimatyczne to dzisiaj konieczność przyjęcia strategii projektowania budynku nastawionej na oszczędność energii i zachowanie zdrowego środowiska.

Bibliografia

1. Chwieduk D.: Energetyka słoneczna budynku. Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2011.
2. De Garrido L.: Artificial Nature Architecture. Instituto Monsa De Ediciones, Barcelona 2011.
3. Jones D.L.: Architecture and Environment. Laurence King Publishing, London 1998.
4. Mikoś-Rytel W.: O zrównoważonej architekturze ekologicznej w zarysie jej teorii. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Architektura, z. 41, nr 1602, Gliwice 2004.