ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1995
Seria: ARCHITEKTURA z. 27 Nr kol. 1282

WIESŁAWA **MIKOŚ-RYTEL**

PROJEKTOWANIE BUDYNKÓW ENERGOOSZCZĘDNYCH W ASPEKCIE EKOLOGICZNYM

Streszczenie. Tematem niniejszego artykułu jest pokazani związków pomiędzy projektowaniem architektonicznym i urbanistyczynm a środowiskiem naturalnym i ekosystemami. Po-Pokazano w nim, jakimi metodami można maksymalnie skorzystać z zasobów naturalnych, nie niszcząc jednocześnie środowiska.
Zajęto się również problemem ochrony energii i jej optymalnego gospodarowania w budynku w cyklach poboru, odzysku i zachowania.

ECOLOGIC ASPECT OF ENERGY-ECONOMIZING BUILDINGS DESIGNING

Summary. Crux of this paper is to show connections between architectionc desing and town planning, and ecosystems and natural environment. It was shown what methods allow maximum utilization of natural resources without environment devasstation.
A problem of energy saving was dealt, too, and energy optimal usage in building economy through consuption, restoring and saving cycies.

1. UWAGI OGÓLNE

Tradycja projektowania architektonicznego budynków odpowiadających warunkom klimatycznym i użytkowym jest długa. Przed powstaniem współczesnych systemów ogrzewania, wentylowania i klimatyzacji komfort dla mieszkańców zapewniono głównie przez projektowanie budynku, tak aby wykorzystać zalety klimatu i ograniczyć jego uciążliwości. Obiekt działał wtedy jako pośrednik oraz filtr pomiędzy klimatem a komfortem mieszkańców.

Współczesna zależność od systemów instalacyjnych sprawiła, że korzystanie z wiedzy o budowaniu zgodnie z zasadami ekologii uległo prawie zupełnemu zapomnieniu. Dopiero kryzys energetyczny spowodował potrzebę oszczędzania energii, a projektantów zachęcił do ponownego odkrycia i wykorzystania nowych form i zastosowań tej wieloletniej tradycji. Połączenie tradycyjnych rozwiązań z nowoczesną wiedzą i techniką może przynieść nie tylko zmniejszenie zużycia energii, ale przede wszystkim dać nową treść i jakość w projektowaniu architektonicznym [2].

W projektowaniu budynków energooszczędnych powinno się wykorzystywać cechy lokalnego klimatu i terenu oraz możliwości energetyczne budynku, a także uwzględniać wpływy oddziałujące na budynek oraz zastosowanie odnawialnych źródeł energii. Jednak celem nadrzędnym w projektowaniu musi być racjonalna gospodarka zasobami naturalnymi. Trzeba zdawać sobie sprawę z tego, że strukturę siedliska czy budynku tworzą różnorodne komponenty powiązane ze sobą przepływem materii, energii oraz informacji. Zakłócenia w prawidłowym funkcjonowaniu tych powiązań wywołują negatywne skutki w całym systemie i powodują dalsze pogłębienie się braku równowagi.

Istotę systemu ekologicznego określa ekosystem - termin wprowadzony przez A.G.Tansleja dla scharakteryzowania zjawisk, procesów, związków i zależności ekologicznych decydujących o jego funkcjonowaniu jako całości. W myśl tej definicji, np. ekosystem leśny tworzy nie tylko sam drzewostan, lecz również jego podłoże, mikroklimat i wszystkie żyjące w nim organizmy, które pozostają wzajemnie w określonych stosunkach [1].

Obecna, konsumpcyjna gospodarka nie pozostaje w równowadze ekologicznej. Zużywa ona coraz więcej energii, niszczy środowisko i krajobraz, nie zawraca swoich odpadów. Naturalna równowaga jest poważnie zagrożona, a tym samym zagrożona jest egzystencja człowieka.

Ekologia jako gałąź wiedzy, nie powiązana z przemysłem, sama w sobie nie ma zdolności oddziaływania na środowisko. Dopiero połączenie wymagań ekologii z różnymi dziedzinami oddziaływań, między innymi architekturą i urbanistyką i dalej z przemysłem, pozwoli skutecznie kształtować otaczającą nas rzeczywistość. Wielorakie doświadczenia zagraniczne dowodzą, że konsekwentnie prowadzona ochrona przyrody wymusza postęp techniczny oraz konieczność oszczędzania energii we wszystkich dziedzinach życia [3].

1.1. Oddziaływanie zewnętrzne na budynek i środowisko człowieka

Każdy budynek wzniesiony przez człowieka znajduje się w polu oddziaływań zewnętrznych pokazanych na ryc.1. Są to wpływy kosmiczne, ziemskie, atmosferyczne i biologiczne. Pomiędzy nimi istnieje równowaga, której naruszenie grozi ujemnym wpływem na zdrowie i samopoczucie ludzkie [4]. Oddziaływania te nie są jeszcze jednoznacznie określone, jednak stan wiedzy w tym zakresie nakazuje zwrócić uwagę na pewne aspekty w projektowaniu i lokalizowaniu budynków.

Człowiek w swoim dążeniu do osiągnięcia rozwoju gospodarczego i chęci wykorzystania bogactw naturalnych musi uznać fakt, że zasoby i wytrzymałość ekosystemów jest ograniczona. Należy sobie uświadomić, że każdy budynek czy osiedle obciąża środowisko. Produkcja i transport materiałów budowlanych oraz proces budowania i użytkowania powodują zużycie surowców i energii oraz powstanie zanieczyszczeń, hałasu i odpadów. Znaczne zmniejszenie tego obciążenia jest możliwe przez racjonalne planowanie i projektowanie budynków oraz systemów użytkowych. Budynek stanowi podsystem, na który oddziałują wielorakie strumienie zasobów systemu ekologicznego i w formie niepożądanej obciążają środowisko. Obrazuje to ryc.2, pokazująca budynek jako układ przetwórczy w polu oddziaływań zewnętrznych. Strumienie wychodzące z budynku należy zawrócić, oczyścić i

wykorzystać ponownie. Dotyczy to nie tylko budynków przemysłowych, lecz także mieszkalnych, usługowych i biurowych [4].

W zależności od cech charakterystycznych swoich źródeł, odpady różnią się właściwościami fizycznymi, chemicznymi i biologicznymi, co determinuje sposoby ich wykorzystania i eliminowania. Tak np. odpady organiczne stanowią surowiec, który w procesie fotosyntezy z udziałem mikroorganizmów przetwarzany jest na biogaz lub kompost.

Cykl odzysku materiałów odpadowych rozpoczyna się w budynku. W tej fazie chodzi przede wszystkim o segregację i oddzielne składowanie. Celowe działanie człowieka w kierunku ponownego włączenia materiałów odpadowych do obiegu materii i energii w cykl gospodarki bezodpadowej wynika z zasad gospodarki ekologicznej w środowisku człowieka [5].

1.2. Stan energii i poziom jej zużycia

Wśród barier rozwojowych budownictwa największą do pokonania jest bariera energetyczna. Tej bariery nie da się pokonać przy stosowaniu dotychczasowych technik budowania. Szczególna rola użytkowania energii w budynku wynika z faktu energochłonnego lub energooszczędnego użytkowania energii w cyklu eksploatacji budynku rzędu 100 lat.

Średnia zużycia energii w budownictwie na ogrzewanie i ciepłą wodę wynosi w naszym kraju około 385 - 450 kWh/m^2 p.u., podczas gdy w krajach wysoko rozwiniętych wskaźnik ten wynosi 80 - 120 kWh/m^2 [6]. I chociaż zużywa się tam 3,2 - 4,5 razy energii na m^2 mniej niż u nas, to nadal prowadzone są intensywne prace nad nowymi technologiami. W Wielkiej Brytanii, Francji, RFN powstają już osiedla o wskaźniku zużycia energii 15 - 48 kWh/m^2. Amerykanie zaś zapowiadają, że w ciągu kilku lat osiągną wskaźnik ok. 10 kWh/m^2 [6]. Dowodzi to, jak ważną dziedziną staje się odpowiednie użytkowanie energii, a powyższe wyniki potwierdzają celowość podjęcia kompleksowego programu ochrony energii w Polsce.

2. PODSTAWY ENERGETYCZNE PROJEKTOWANIA BUDYNKÓW ENERGOOSZCZĘDNYCH

Miasto, osiedle czy budynek różnią się od siebie swoją strukturą i ukształtowaniem lub też formą i rodzajem materiałów użytych do ich wzniesienia. Różnią się także specyfiką miejsca oraz szeregiem złożonych powiązań klimatycznych czy chemicznych, charakterystycznych dla określonej lokalizacji. Jednak pomimo różnic proces projektowania i budowania, w którym tworzone są te struktury, przebiega według tych samych zasad i reguł, według takiego samego wzoru. To podobieństwo umożliwia wskazanie sposobów pozwalających włączyć techniki oszczędnościowe w proces budowania.

Istnieją dwa sposoby pozyskiwania energii słonecznej do ogrzewania wnętrza budynków i zasilania w ciepłą wodę:

a) system bierny, który pozyskuje, magazynuje i rozprowadza ciepło używając jedynie naturalnych sposobów przesyłania energii dzięki przewodzeniu, konwekcji i promieniowaniu;
b) system czynny, który wykorzystuje techniczne i mechaniczne środki do pozyskiwania i transportu energii, takie jak: kolektory dachowe, pompy cieplne, pompy wodne oraz dmuchawy powietrza.

2.1. Systemy bierne pozyskiwania energii

W systemach biernego ogrzewania energią słoneczną nie stosuje się żadnych zewnętrznych urządzeń ani sztucznych wymienników ciepła. Ich funkcję spełniają tradycyjne elementy budynku.

Główną zasadą, na której oparte jest funkcjonowanie tego systemu, jest tzw. „efekt szklarniowy", polegający na przepuszczeniu przez szyby do wnętrza promieniowania słonecznego, które zostaje uwięzione w postaci energii cieplnej. Dla praktycznego zużycia energii bardzo istotne jest oddawanie pozyskanego ciepła równomiernie w ciągu całej doby. Stabilność temperatury uzależniona jest więc od możliwości regulacji procesu oddawania do wnętrza. Oczekiwane efekty możemy uzyskać stosując kilka systemów biernego ogrzewania słonecznego.

Podstawowe rodzaje biernego pozyskiwania energii: [11]

– zysk bezpośredni,
– ściana Trombe´a,
– szklarnia,
– dachowy magazyn ciepła,
– pętla konwekcyjna,
– komin słoneczny.

Poniżej omówiono w skrócie sposób działania każdego z nich.

A. ZYSK BEZPOŚREDNI

Ze wszystkich rozwiązań jest on najprostszy do zastosowania. Jego działanie polega na wnikaniu promieni słonecznych do pomieszczeń przez szklane elementy kolektorowe budynku; okna, drzwi, świetliki itp. i ogrzewaniu ich. Część energii słonecznej jest absorbowana i magazynowana w elementach konstrukcyjnych budynku (zwłaszcza w masywnych ścianach i podłogach) oraz elementach wyposażenia wnętrza. Rodzaj energii cieplnej nie jest w przypadku zysku bezpośredniego kłopotliwy, ponieważ jest ona magazynowana w tym samym miejscu co zużywana. Natomiast kontrola ilości energii pozyskiwanej i gromadzonej wewnątrz budynku odbywa się za pomocą elementów ocieniających i refleksyjnych oraz osłon izolujących (ryc. 3).

B. ŚCIANA TROMBE´A

Jest to przeszklona, masywna ściana, odgradzająca ogrzewane pomieszczenie od otoczenia, umieszczana zawsze od strony południowej. Promieniowanie słoneczne, przenikające przez przeszklenie, jest absorbowane i magazynowane przez ścianę, która ogrzewa się przekazując pewną ilość ciepła do pomieszczenia. Część energii cieplnej zostaje przejęta przez słup powietrza, znajdujący się

pomiędzy szklaną osłoną a ścianą, przechodzi do wnętrza budynku dzięki otworom nawiewno-wywiewnym, umieszczonym w górnej i dolnej części ściany, które spełniają funkcję elementu sterującego rozdziałem ciepła. Kontrola gromadzonej energii odbywa się, podobnie jak w przypadku zysku bezpośredniego, za pomocą urządzeń i elementów ocieniających, refleksyjnych, osłonowych oraz wentylujących (ryc. 4).

C. SZKLARNIA

W rozwiązaniach typowych jest to przeszklona pojedynczo lub podwójnie przestrzeń, przylegająca do południowej ściany budynku. Energia słoneczna gromadzona i absorbowana przez szklarnię ogrzewa ją oraz przyległe pomieszczenia. Szklarnia może być termicznie odizolowana od budynku, co uniemożliwia wykorzystanie jej przez cały rok. Może stanowić również dodatkową przestrzeń użytkową (w literaturze anglojęzycznej zwana: słoneczna przestrzeń dołączona), w której zapobiega się nadmiernym fluktuacjom temperatury poprzez konwekcyjne dogrzewanie w okresie zimowym, a przez zacienianie i wentylację w okresie letnich upałów.

Najbardziej efektywnym wykorzystaniem szklarni jest pobieranie z niej wstępnie podgrzanego powietrza dla celów wentylacji (ryc. 5).

D. DACHOWY MAGAZYN CIEPŁA

Jest to bardzo oryginalne rozwiązanie wśród pasywnych systemów pozyskiwania energii, w którym zazwyczaj nie występuje element kolektorowy w postaci przeszklenia. W czasie dnia element magazynujący ciepło, najczęściej betonowy lub w postaci zbiornika wody, nagrzewa się przez ekspozycję na bezpośrednie działanie promieniowania słonecznego. Zmagazynowane ciepło wypromieniowywane jest przez masywne elementy stropu do pomieszczeń poniżej. W okresie nocy dachowy magazyn ciepła może być osłonięty od zewnątrz nasuwaną pokrywą. Umieszczenie ciężkich elementów magazynujących na dachu stwarza trudności konstrukcyjne. Omawiane rozwiązanie stosowane jest najczęściej w klimacie ciepłym (ryc. 6).

E. PĘTLA KONWEKCYJNA

W układzie tym kolektor usytuowany jest poniżej ogrzewanego obiektu. Zaabsorbowane ciepło unosi się w sposób naturalny w górę i jest albo zużywane bezpośrednio do ogrzewania pomieszczeń, albo magazynowane (np. w złożu skalnym). Główny element kontroli działania tego systemu to zabezpieczenie przed zmianą kierunku ruchu powietrza w pętli konwekcyjnej w okresie nocy i chłodów. Możliwe też jest osłanianie kolektora, gdy jest to niezbędne, a także zwiększenie ilości ciepła gromadzonego przez kolektor przy zastosowaniu elementów refleksyjnych (ryc. 7).

F. KOMIN SŁONECZNY

Rozwiązanie to stosowane jest najczęściej w budynkach wielokondygnacyjnych. Polega ono na umieszczaniu słonecznych kolektorów powietrznych na zaizolowanych ścianach południowych, z których ciepło przenoszone jest do wnętrza budynku np. poprzez kanały stropowe.

Sterowanie przypływem energii w tym systemie polega na wykorzystaniu zjawiska konwekcji naturalnej z ewentualnym wspomaganiem wentylatorów (ryc. 8).

2.2. Systemy czynne

W czynnym systemie słonecznym pozyskiwanie energii, jej rozdział i magazynowanie następuje dzięki dodatkowym elementom technicznym, takim jak: kolektory, pompy ciepła, akumulatory wodne i inne instalacje techniki słonecznej. Zastosowanie tych urządzeń wymaga wysoko rozwiniętej technologii i odpowiedniego nakładu finansowego.

Zasadą działania aktywnych systemów słonecznych jest zaangażowanie jednego lub kilku mediów roboczych, które zbierają, przesyłają, gromadzą i rozprowadzają zebraną energię słoneczną. Media robocze cyrkulują za pomocą wentylatorów lub pomp (ryc. 9). Podstawowymi urządzeniami tego systemu są kolektory dachowe i pompy ciepła (ryc. 10). System czynny nie wpływa w sposób zasadniczy na kształt budynków. Jednak zastosowanie kolektorów oraz innych ujęć słonecznych zmienia w sposób zasadniczy bryłę, tworząc nową treść i jakość w projektowaniu architektonicznym (ryc. 11), [9].

2.3. Odnawialne źródła energii

Tradycyjne nośniki energii, takie jak: ropa, węgiel, gaz nie mogą w pełni zabezpieczyć rozwoju gospodarczego i dostarczyć odpowiedniej ilości energii. Ponadto spalaniu tych surowców towarzyszy duża emisja zanieczyszczeń w postaci tlenków siarki, węgla i azotu oraz innych szkodliwych dla zdrowia substancji. Nie dziwi więc ogromny wzrost zainteresowania odnawialnymi źródłami energii. Należą do nich: energia słońca, ziemi, wiatru i wody (ryc. 12). Poniżej omówimy pokrótce zastosowanie niektórych z nich.

2.3.1. Energia słoneczna również w klimacie polskim może być wykorzystana w budynkach ekologicznych do uzupełniającego ogrzewania ich wnętrza, a przede wszystkim do podgrzewania Ciepłej Wody Użytkowej (CWU). Jej wykorzystanie może być bardzo różnorodne. Widzi się przyszłość nie tylko w kolektorach słonecznych, ale przede wszystkim w biernym ogrzewaniu słonecznym. Jest to najtańszy sposób przechwytywania promieni słonecznych (ryc. 13,14).

2.3.2. Energia wiatru również może być wykorzystana w energetyce przyszłości. Wiatr powstaje w wyniku termicznego działania słońca, które ogrzewa powietrze i powoduje jego ruch. Jego siłę określa masa powietrza i prędkość jej przepływu. W polskich warunkach klimatycznych pobór energii aerogennej ma zakres ograniczony, ponieważ ekonomiczne kryteria wymagają większej prędkości wiatru. Niemniej jednak na wielu obszarach z bardziej intensywnym przewietrzaniem, powyżej 4 m/s, wdrożenie małych stacji wiatrowych jest całkowicie uzasadnione (ryc. 15,16), [10].

2.3.3. Energia wodna. Również woda stanowi potężne źródło niewykorzystanej energii. Sama energia fal morskich, mogłaby pokryć 50% światowego zapotrzebowania. O ile jednak wykorzystanie energii wody morskiej stanowi problem przyszłościowy, to mała energetyka, oparta na poborze energii cieków wodnych, przeżywa ponowny wzrost zainteresowania.

Także woda podziemna lub jeziorna czy nawet ściekowa stanowią źródło odzysku ciepła stosowane zarówno do ogrzewania budynków jednorodzinnych i ich zespołów, jak i do ogrzewania

dużych miast. Tak na przykład „ciepłownia morska" w Sztokholmie, pobierając ciepło z wody morskiej, jest obliczona do ogrzania 100 tyś. mieszkań.

2.3.4. Energia ziemi. Ziemia stanowi również, sprawdzone już wieloma realizacjami, alternatywne źródło odzysku ciepła. Nagromadzoną w lecie energię słoneczną w ziemi odzyskuje się w sezonie grzewczym za pomocą pompy ciepła. Dla budynku jednorodzinnego wystarczy jego działka o powierzchni 400 m^2 – 1500 m^2, zależnie od tego czy grunt jest ciężki i wilgotny, czy lekki i suchy.

Zarysowane w skrócie zasady wykorzystania różnych źródeł energii odnawialnej są ważnymi elementami architektury ekologicznej i energooszczędnej, której celem jest rehabilitacja zasobów nieodnawialnych i energooszczędne wdrożenie energii odnawialnych, co w efekcie prowadzi do ochrony środowiska naturalnego.

LITERATURA

[1] Andrzejewski R: „Ekofizjograficzne i ekologiczne kształtowanie środowiska biotycznego na obszarach zurbanizowanych". Człowiek i Środowisko, 4/4/1980

[2] Lisik A., Mikoś-Rytel W.: „Podstawy kształtowania niskich budynków mieszkalnych i ich zespołów wykorzystujących odnawialne źródła energii" – Etap I Centralny Program Podstawowych IPPT PAN – „Ekobudynek" Warszawa 1986

[3] Łapieński A.: Mój Dom nr 23/84 – „Powrót"

[4] Mikoś J.: „Budynki ekologiczne i ich technologiczne kształtowanie". Budownictwo Ogólne 3/1988

[5] Sumień T., Werner-Sumień A.: „Ekologiczne miasta, osiedla, budynki". Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej, Warszawa 1990

[6] Michnowski Z., Tatar J.: „Energo- i materiałooszczędne budownictwo". Materiały Budowlane 2/1991

[7] Nowakowski J.: „Ogrzewanie energią słoneczną". Arkady, Warszawa 1980

[8] Wysocka M.: „Systemy aktywne i pasywne wykorzystania energii słonecznej oraz ich wpływ na rozmieszczenia przestrzenne budynków". Praca doktorska, IPPT PAN, Warszawa 1986

[9] Krusche P., Althaus D., Gabriel I.: „Ökologische Bauen". Bauverlag, Wiesbaden 1982

[10] Wright D.: „Natural solar architecture". Van Nostrand Reinhold N.York 1978

[11] „Solar architecture into the 1990 S". Sun at Work in Europe, Vol. 5, nr 1 March 1990

SPIS ILUSTRACJI

1. Schemat podstawowych oddziaływań zewnętrznych na życie człowieka
2. Budynek jako układ przetwórczy w polu oddziaływań zewnętrznych
3. Zysk bezpośredni
4. Ściana Trombe´a
5. Szklarnia
6. Dachowy magazyn ciepła
7. Pętla konwekcyjna
8. Komin słoneczny
9. Schemat funkcjonowania systemu aktywnego
10. Schemat kolektora powietrznego
11. Zastosowanie kolektora powietrznego
12. Odnawialne źródła energii
13. Pozyskiwanie energii słonecznej do ogrzewania mieszkań i wody użytkowej. System centralny
14. Pozyskiwanie energii słonecznej do ogrzewania mieszkań i wody użytkowej. System indywidualny
15. Pozyskiwanie energii wiatru dla potrzeb mieszkaniowych. System centralny
16. Pozyskiwanie energii wiatru dla potrzeb mieszkaniowych. System indywidualny

LIST OF FIGURES

1. Scheme of basic external influences over human´s life
2. House as a converting system in the filed of external influences
3. Direct gain
4. Trombe´s wall
5. Greenhouse
6. Roof heat accumulator
7. Convection loop
8. Thermal air current
9. Operational scheme of an active system
10. Diagram of an air collector
11. Usage of an air collector
12. Renewable energy sources
13. Gaining of solar energy for heating and preparation of domestic hot water. Centralized system
14. Gaining of solar energy for heating and preparation of domestic hot water. Individual system

15. Gaining of wind energy for domestic purposes. Centralized system
16. Gaining of wind energy for domestic purposes. Individual system

Abstract

Ecology alone as a branch of science that is not connected with industry has no power to influence environment. Ecology with various branches of knowledge, among others with town planning, architecture and industry will enable effectively influence and form our environment. Many foreign experiences show, that decided environment protection force technologic development and saving of energy in every aspect of life.

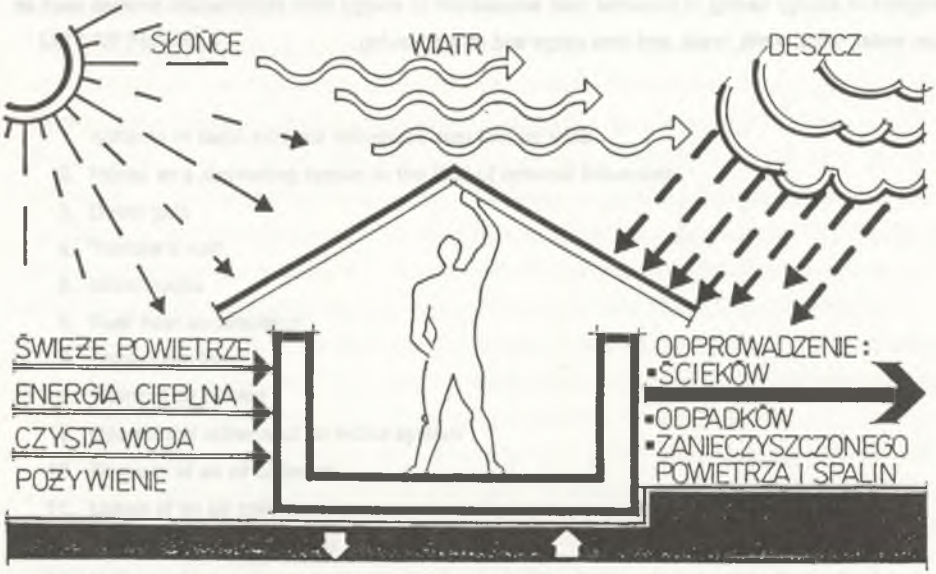
Mankind in its striving to economic growth and natural resources exploitation has to acknowledge a fact, that resources and ecosystems' endurance are limited. It has to be realised that every building or settlement is a burden for environment. Production and transportation of materials and construction process generate pollutions, noise, waste and cause raw material and energy spending.

Great decrease of this burden is possible by means of rational design and planning of buildings and public services systems. Single building constitutes subsystem that is influenced with many flows of ecological systems' resources, cleaned and re-used.

Recognition of a building as fully ecological and energy-economizing is possible if energetic barrier is overcome. Conventional energy consumption lever shows how important role plays complex program of energy saving. It concerns both accquisition of energy from reproducible sources such as sun, water, wind, earth, crust, and best usage and energy saving.

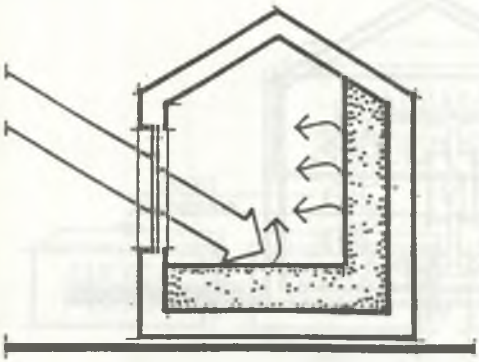
Ryc. 1. Schemat podstawowych oddziaływań zewnętrznych na życie człowieka

Fig. 1. Scheme of basic external influences over human´s life



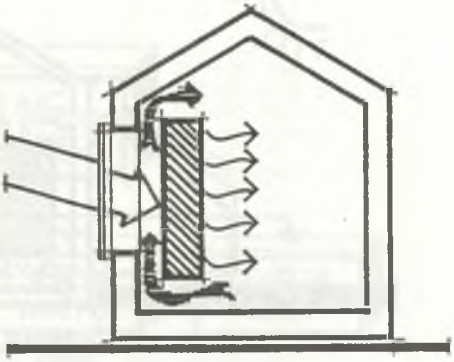
Ryc. 2. Budynek jako układ przetwórczy w polu oddziaływań zewnętrznych

Fig. 2. House as a converting system in the field of external influences



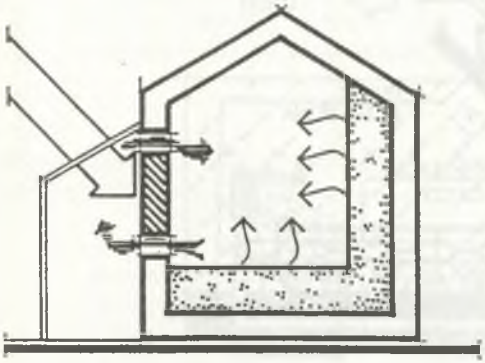
Ryc. 3. Zysk bezpośredni

Fig. 3. Direct gain



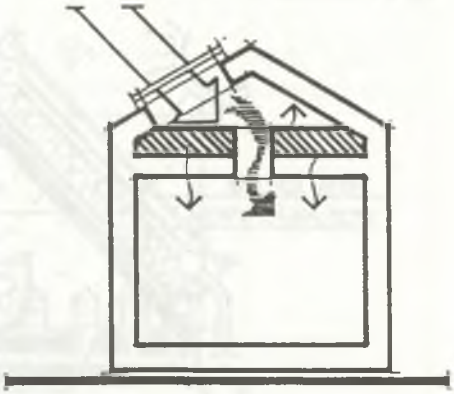
Ryc. 4. Ściana Trombe´a

Fig. 4. Trombe´s wall



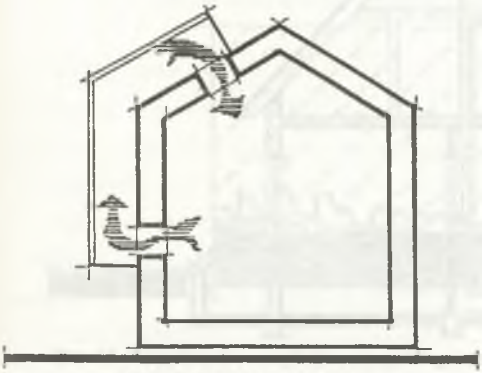
Rys.5. Szklarnia

Fig.5. Greenhouse



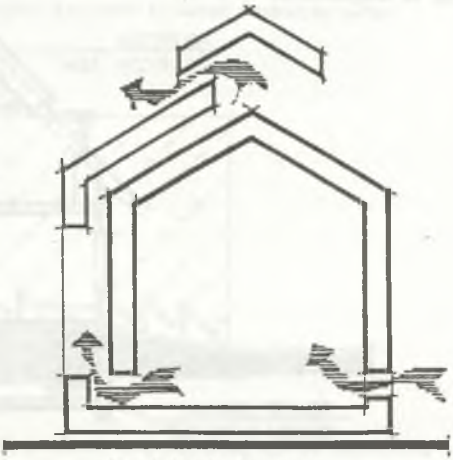
Rys. 6. Dachowy magazyn ciepła

Fig. 6. Roof heat accumulator



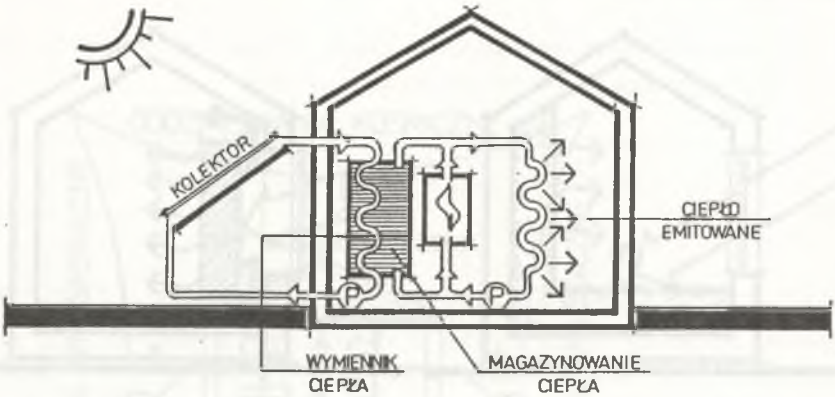
Rys. 7. Pętla konwekcyjna

Fig.7. Convection loop



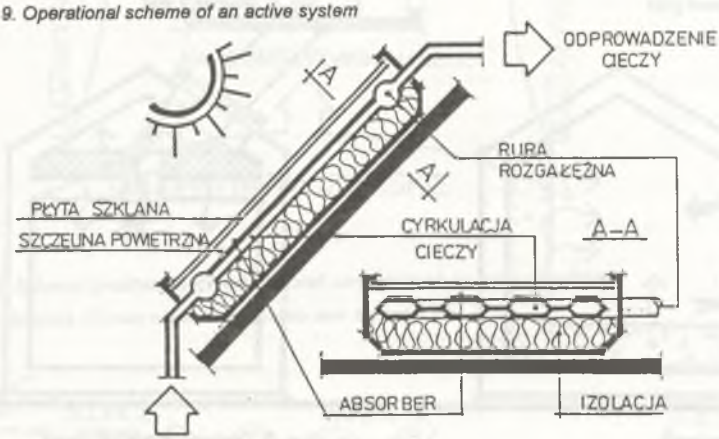
Rys. 8. Komin słoneczny

Fig. 8. Thermal air current



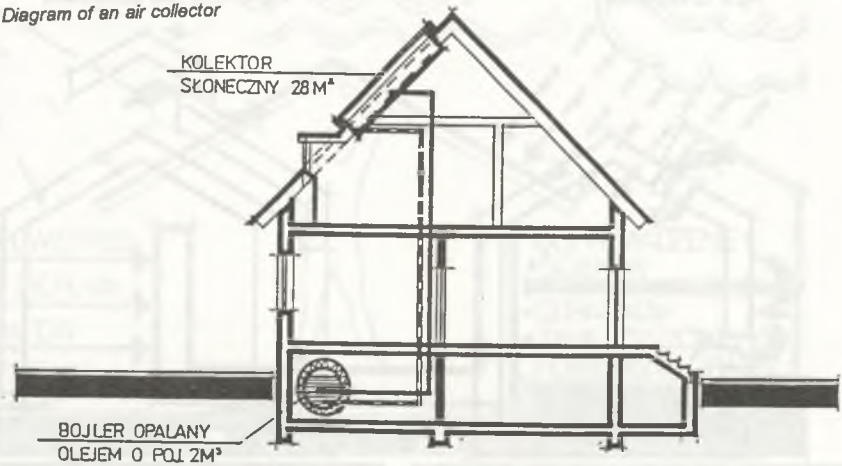
Ryc. 9. Schemat funkcjonowania systemu aktywnego

Fig. 9. Operational scheme of an active system



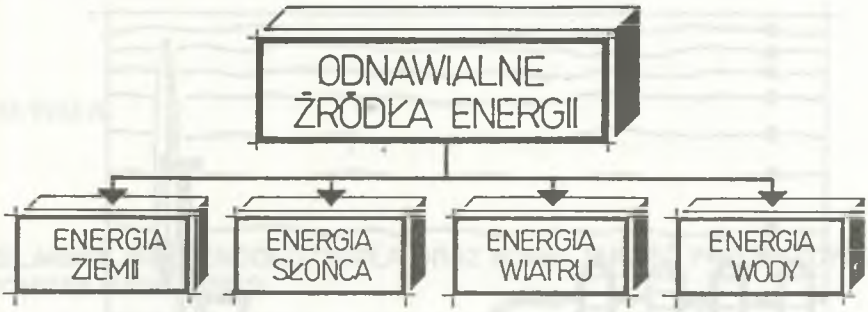
Ryc.10. Schemat kolektora powietrznego

Fig. 10. Diagram of an air collector



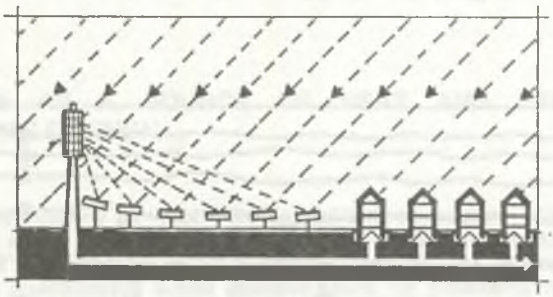
Ryc. 11. Zastosowanie kolektora powietrznego

Fig. 11. Usage of an air collector



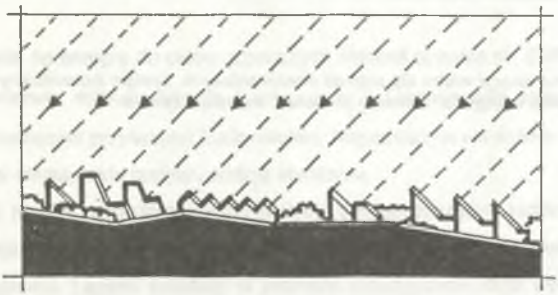
Ryc. 12. Odnawialne źródła energii

Fig. 12. Renewable energy sources



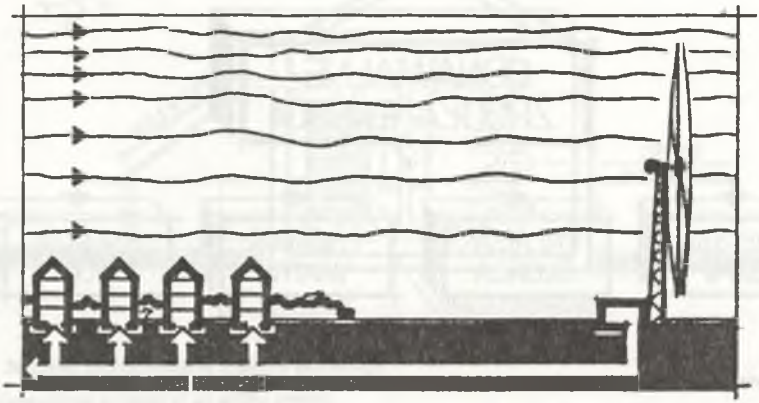
Ryc. 13. Pozyskiwanie energii słonecznej do ogrzewania mieszkań i wody użytkowej. System centralny

Fig. 13. Gaining of solar energy for heating and preparation of domestic hot water. Centralized system

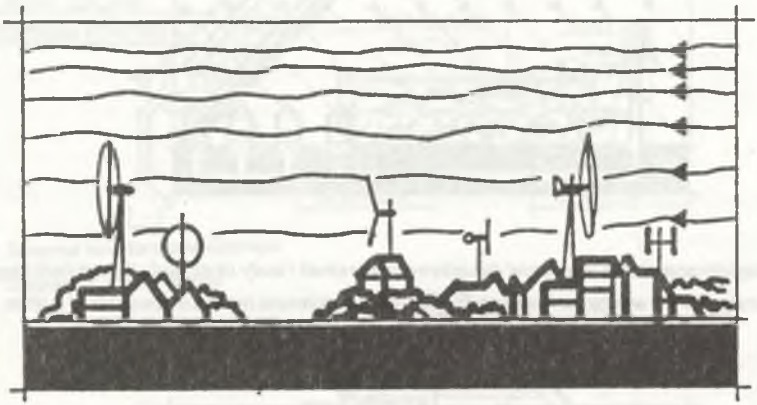


Ryc. 14. Pozyskiwanie energii słonecznej do ogrzewania mieszkań i wody użytkowej. System indywidualny

Fig. 14. Gaining of solar energy for heating and preparation of domestic hot water. Individual system



Ryc. 15. Pozyskiwanie energii wiatru dla potrzeb mieszkaniowych. System Centralny
Fig. 15. Gaining of wind energy for domestic purposes. Centralized system



Ryc. 16. Pozyskiwanie energii wiatru dla potrzeb mieszkaniowych. System indywidualny
Fig. 16. Gaining of wind energy for domestic purposes. Individual system