

Klaudiusz FORSS

KSZTAŁT I FORMA BUDYNKÓW ENERGOOSZCZĘDNYCH

WPLYW ZASTOSOWANIA SYSTEMÓW POZYSKIWANIA ENERGII SŁONECZNEJ PRZEMIANY I MAGAZYNOWANIA CIEPŁA NA WYRAZ ARCHITEKTURY

Streszczenie. Dzisiaj nie ma już projektowania architektonicznego bez uwzględnienia zasad energooszczędności. Na całym świecie pojawiło się wiele realizacji pojedynczych obiektów energooszczędnych jak i całych zespołów domów słonecznych o rozmaitych przeznaczeniu funkcjonalnym. Zastosowanie w nich różnych systemów pozyskiwania energii słonecznej, przemiany i magazynowania ciepła wpłynęło na formę i zmieniło wyraz architektury. Śledząc ich kształty widać, że tworzą one odmienną od tradycyjnych rodzinę brył i form o zarysach charakterystycznych jedynie dla budynków energooszczędnych. Można powiedzieć, że forma architektury słonecznej wynika z koegzystencji człowieka, tworzywa i środowiska.

FROM SHAPE OF ENERGY - EKONOMIZING BUILDINGS

INFLUENCE OF APPLICATION OF SOLAR ENERGY ACQUISITION, TRANSFORMATION AND STORAGE OF HEAT SYSTEMS ON ARCHITECTURE EXPRESSION

Summary. Today there is no architectonic desing without energy saving principles¹⁾ application. In every country around the whole world many single energy saving buildings have been realised as well as whole complexes of „solar houses”, with various functional orientations. Application of various systems of solar energy acquisition, transformation and heat storage influenced building shape and changed architecture expression. Overlooking their shapes it can be noticed, that they from different from traditional group of shapes and bodies characteristic for energy-saving buildings only. One may say that solar architecture is a result of co-existence of man, matter and environment.

Słońce stanowi niewyczerpane źródło energii odnawialnej, którą możemy wykorzystać do ogrzewania budynków oraz wody użytkowej. Takie zastosowanie energii słonecznej jest znane od zarania ludzkości. Szeroko stosowane w starożytnej Grecji i Rzymie, wraz z rozwojem cywilizacji i odkrywaniem nowych źródeł energii zostały prawie zapomniane. Dopiero kryzys paliwowy spowodował potrzebę oszczędzania energii, a projektantów zachęcił do ponownego odkrycia i zastosowania tej wielowiekowej tradycji.

Obecnie nie ma projektowania architektonicznego bez uwzględnienia zasad energooszczędności. Na całym świecie pojawiło się wiele realizacji pojedynczych obiektów energooszczędnych jak i całych zespołów domów słonecznych o różnym przeznaczeniu funkcjonalnym.

Należałoby się zastanowić nad formą budynków energooszczędnych. Odpowiedzieć na pytanie: W jaki sposób zastosowanie systemów pozyskiwania energii słonecznej, przemiana i magazynowanie ciepła wpłynęło na kształt i zmieniło wyraz architektury?

PROJEKTOWANIE ENERGOOSZCZĘDNE A FORMA

Zasady projektowania obiektów energooszczędnych decydują o kształcie architektury, formie budynków i detali architektonicznych.

Projektując domy słoneczne na określonym terenie należy przystosować je do panującego klimatu, biorąc pod uwagę warunki termiczne, nasłonecznienie, wiatr oraz topografię terenu, jak również rodzaj gleby, dostęp do naturalnych akwenów i cieków wodnych.

Bardzo ważną rolę odgrywa lokalizacja obiektu w terenie. Powinna ona zapewnić dobre warunki izolacyjne z uwagi na wykorzystanie ciepła słonecznego dla celów grzewczych. Dlatego wskazane jest projektowanie obiektów słonecznych na południowych stokach łagodnych wzgórz, dobrze nasłonecznionych w zimie i stanowiących osłonę przed chłodnymi wiatrami z północy.

Projektowanie energooszczędne polega na maksymalnym wykorzystaniu otoczenia naturalnego, walorów terenu i wkomponowaniu w nie projektowanego budynku, na tworzeniu w ten sposób architektury krajobrazowej, wtopionej w przyrodę, pozostającej w harmonii z naturą.

Często konfiguracja terenu umożliwia całkowite zagłębienie obiektu od strony północnej oraz przysypanie ziemią i pokrycie roślinnością części dachu. Uzyskany w ten sposób minimalny obszar powierzchni zewnętrznej pozwala znacznie zmniejszyć straty ciepła, chroni budynek przed zimnymi wiatrami i bezpośrednimi promieniami słońca.

Kształt budynku wynika z zasad geometrii słońca. Takie projektowanie wymaga zróżnicowanego traktowania każdej fasady na podstawie jej orientacji. Również różnym porom dnia i roku powinny odpowiadać zmiany powłoki. Związane z tym jest użycie odpowiednich materiałów, umiejętne rozmieszczenie okien, zacielenie otworów i ścian, wprowadzenie koloru, faktury i odbłaskowości. To wszystko wpływa na odbiór estetyczny obiektu¹⁾.

Rozbudowanie elewacji południowej jest naturalnym otwarciem się budynku ku słońcu. Głównie w okresie zimowym najbardziej zależy nam na pozyskiwaniu promieni słonecznych. Dlatego promieniowanie to powinno się wykorzystać w sposób maksymalny poprzez umiejętne usytuowanie i uformowanie bryły obiektu. Stosując zygzakowatą konfigurację ściany zyskuje się większą powierzchnię wchłaniającą promienie słoneczne. Od południowego wschodu pojawiają się szklarnie, które są dodatkową powłoką cieplną. Mogą mieć różny kształt w zależności od potrzeb użytkowników i upodobań projektantów, co sprzyja urozmaiceniu i upiększeniu elewacji. Ich walory estetyczne rosną szczególnie wtedy, gdy umieści się w nich piękne palmy, ogrody skalne lub fontanny. Szklarnie mogą być dostawione do elewacji centralnie bądź narożnikowo, mogą pojawić się na dachach lub jako oszklone galerie i loggier. Również umieszczone centralnie przeszklone atrium

może być wykorzystane jako magazyn ciepła. Także przeszklony pasaż zorientowany na południowy-zachód pozwala na pozyskiwanie ciepła cały dzień.

Liczne urządzenia systemu aktywnego, odpowiednio wkomponowane w bryłę, mogą dodać jej walorów estetycznych, zwłaszcza kolektory, których kształt i wielkość oraz usytuowanie tworzy nowy obraz architektury współczesnej. Również inne elementy słoneczne, jak: świetliki, czerpnie, ściany Trombego wpływają na formę i układ funkcjonalno-przestrzenny obiektu.

Należy również dodać, że istnieje pewne zagrożenie dla efektu estetycznego budynku, wynikające z nieodpowiedniego umieszczenia kolektorów i innych elementów słonecznych. Dlatego należy szczególnie starannie projektować miejsca ich usytuowania²⁾.

Przykłady

Przedstawione w toku rozważań rysunkowe przykłady obiektów energooszczędnych dają wyraźny obraz architektury słonecznej. Ilustrują różnorodne formy architektoniczne dla odmiennych funkcji, poczynawszy od domów mieszkalnych poprzez miejsca nauki, pracy i użyteczności publicznej. Śledząc ich kształty widać, że niezależnie od kubatury i przeznaczenia mają one wiele cech wspólnych, tworzą one odmienną od tradycyjnych rodzinę brył i form o kształtach charakterystycznych jedynie dla budynków energooszczędnych.

Prototypem serii domów, które miały powstać w Niemczech, był jednorodzinny dom słonecznych zbudowany w Westerstede (rys. 1). Jego elewacja południowa, dwukondygnacyjna jest całkowicie zabudowana szklami w formie kurtyny izolacyjnej. Kurtyna ta wykorzystując promienie słoneczne korzystnie wpływa na mikroklimat wnętrza. Wszystkie zasadnicze funkcje domu posiadają okna skierowane na południe. Od północy budynek jest niższy, węższy niż w części południowej i nie posiada otworów okiennych, co pozwala znacznie zmniejszyć straty ciepła. Szklania od góry przykryta jest dachem, który latem zabezpiecza ją przed południowym słońcem i zarazem przed nadmiernym nagrzeniem. W rozkładzie pomieszczeń parteru i piętra w sposób wyraźny zaznaczone zostało strefowanie funkcji. Jest to odmienny niż w budynkach tradycyjnych układ funkcjonalny.

W domach słonecznych widoczne jest strefowanie funkcji na osi północ-południe. Od strony północnej pojawiają się funkcje pomocnicze, gospodarcze. Tworzą one jednocześnie na parterze i piętrze strefę buforową chroniącą przed zimnem z północy i zabezpieczającą budynek przed stratami ciepła. Następnie w części centralnej umieszczane są pomieszczenia wytwarzające ciepło. Wreszcie od południa lokalizuje się zasadnicze funkcje obiektu. Są one najczęściej skierowane do wnętrza szklami³⁾.

Jak wynika z rozkładu funkcji, najistotniejszą i przez to najciekawszą stroną budynku słonecznego jest rozbudowana o szklarnię elewacja południowa. To ona mówi o domu słonecznym oraz w sposób zasadniczy na bryłę i estetykę całości (rys. 2, 3, 4).

Nieco odmienną grupą energooszczędnych budynków są struktury podziemne. Należą do nich domy częściowo bądź całkowicie przysypane ziemią lub zagłębione w terenie (rys. 5). Warstwa ziemi pokrywająca dach i ściany budynku chroni go jednocześnie przed zimnem i nadmiernym przegrzaniem. Taki dom ma niewielkie straty ciepła, jest ciepły w zimie i chłodny latem.

Możemy wyróżnić dwa główne typy struktury podziemnych.

Pierwszy, gdy dom przysypany jest ziemią ze wszystkich stron poza jedną elewacją południową, która jest odsłonięta i wyeksponowana na słońce. Drugi, to obiekty całkowicie zagłębione w terenie. Wtedy wszystkie funkcje domu zgrupowane są wokół wewnętrznego artium, przez które dociera światło do poszczególnych pomieszczeń (rys. 6).

Obiekty zaliczane do struktur podziemnych mogą mieć zarówno funkcję mieszkalną, jak i publiczną. Mogą mieścić w sobie mały dom jednorodzinny, szkołę czy przedszkole (rys. 7).

Jak wynika z obserwacji, nowoczesne energooszczędne obiekty biurowe zdecydowanie różnią się od budynków tradycyjnych. Nie są to już biurowce z pasami okien obiegającymi wokół budynku, o jednakowych elewacjach, gdzie strony świata nie odgrywają znaczącej roli. Tu również zauważa się strefowanie funkcji i przez to odmienne traktowanie każdej elewacji w zależności od jej orientacji względem słońca. Widoczne jest zwrócenie szczególnej uwagi na otwarcie się ku słońcu, tj. umożliwienie w jak najdłuższym czasie pozyskiwania energii słonecznej, a także ochrony budynku od północy przed zimnymi wiatrami przez wytworzenie strefy buforowej i opływowe kształty dachów (rys. 8.9).

Dla realizacji tych celów stosuje się różne systemy słoneczne. Ciekawym przykładem jest Liceum Techniczne w Rzymie (rys. 10). Dla pozyskiwania słonecznej energii cieplnej zastosowano dwa systemy. Ściana południowa, trzykondygnacyjna, posiada ukształtowane kaskadowo i nachylone pod kątem 45° szklarnie. Natomiast dach wyposażony jest w dwa rzędy kolektorów słonecznych. Przestrzeń słoneczna spełnia rolę szklarni, a jednocześnie galerii prowadzącej do klas. Klasy doświetlone są pośrednio, korytarze przez świetliki.

Na podstawie przedstawionych przykładów widać, że zasady geometrii słońca kształtują formę budynków energooszczędnych i wpływają na ich wewnętrzny układ funkcjonalny. Również dobrą znajomość wszystkich elementów architektury słonecznej, jak również właściwe ich wykorzystanie jest nie bez znaczenia.

Przykładem takiego dobrego działania projektantów mogą być niezwykle ciekawe studenckie rozwiązania projektów semestralnych i dyplomowych⁴⁾. Przedstawione na rysunkach 11, 12, 13, 14 koncepcje wykonano ściśle na podstawie zasad energooszczędności. To one uformowały bryłę i układ funkcjonalny obiektów, jak również wpłynęły na ich estetykę.

PODSUMOWANIE

W tekście wielokrotnie zwrócono uwagę na możliwości, liczne sposoby i dobre przykłady rozwiązań energooszczędnych. Wykazano, że zasady geometrii słońca wpływają na kąty pochylenia płaszczyzn ścian, powierzchni szklanych i kolektorów. Wymuszają kształt i bryłę budynków. To naturalne skierowanie obiektów na południe, a więc otwarcie się ku słońcu, aby w ten sposób zwiększyć powierzchnię wchłaniającą promienie słoneczne, prowadzi często do niezwykle ciekawych rozwiązań fasady. Jednoczesne stosowanie łamaczy, przesłon, markiz, żaluzji oraz ścian inteligentnych wzbogaca ich detal. Również osłony ziemne, biotektoniczne ściany i zielone dachy zbliżają nas do natury, pomagają wpisać budynek w otaczający pejzaż.

Kończąc rozważania można powiedzieć, że połączenie tradycyjnych rozwiązań z nowoczesną wiedzą i techniką przynosi nie tylko zmniejszenie zużycia energii oraz optymalne jej wykorzystanie ale przede wszystkim daje nową, jakościowo lepszą treść i formę projektowanych obiektów. Wszystko w architekturze energooszczędnej czemuś służy, każdy element jest wykorzystany, zwiększa komfort użytkowy i psychiczny, a przy tym wzbogaca formę.

Architektura słoneczna poprzez wykorzystanie licznych urządzeń systemów słonecznych urozmaica detal architektoniczny, daje nowe możliwości kształtowania bryły, ciekawego wkomponowania w krajobraz, czyli znacznie wzbogaca warsztat projektowy.

Można powiedzieć, że forma architektury energooszczędnej wynika z koegzystencji człowieka, tworzywa i środowiska.

PRZYPISY

- 1) Por. K.Kotarska i Z.Kotarski: Ogrzewanie energią słoneczną, NOT-SIGMA, Warszawa 1989
- 2) Por. G.Wiśniewski: Kolektory słoneczne, COIB, Warszawa 1992
- 3) Por. M.A.Wołoszyn: Wykorzystanie energii słonecznej w budownictwie jednorodzinym, COIB, Warszawa 1991
- 4) Prace te wykonano w Zespole Architektury Energooszczędnej w Katedrze Teorii i Projektowania Architektury pod kierunkiem prof. A.Lisika. Przedmiot pod nazwą: architektura energooszczędna został wprowadzony do programu studiów w roku akad. 1990/91 na Wydziale Architektury Politechniki Śląskiej jako praca semestralna.

SPIS RYSUNKÓW

1. Dom słoneczny DOMUS, Westerstede, Niemcy, architekt: G.W.P. Berndt; a) widok z południowego-zachodu, b) rzut parteru, c) rzut piętra, (wg [9])
2. Różne formy szklami w elewacjach południowych; a) dom jednorodzinny, Toulouse, Francja (wg [5]), b) trzy szeregowe domy miejskie, Graf, Austria, architekci: K.Szyszkowitz- Kowalski i M.Szyszkowitz (wg [3])
3. Elewacje południowe domów energooszczędnych; a) willa jednorodzinna, Siewierz, Polska, projekt autora (wg [11]), b) zabudowa szeregowa, projekt koncepcyjny (wg [12])
4. Zespoły domów słonecznych. Widok od strony południowej; a) Ville Fontaine, Francja (wg [8]), b) St.Brieuc, Francja (wg [7]), c) Angers, Francja, (wg [6])
5. Dom mieszkalny – struktura podziemna, Atlantic Beach, Floryda, USA, 1974; 80% zewnętrznej powierzchni budynku jest przysypane ziemią. a) przekrój, b) elewacja, (wg [1])
6. Dom atrialny – struktura podziemna, Austin, Texas, USA, 1975; 62% powierzchni zewnętrznej domu przykryte ziemią, 38% powierzchni zewnętrznej dostępne z atrium; a) rzut, b) przekrój, (wg [1])
7. Przedszkole – struktura podziemna, Wildowood USA, 1976; a) przekrój A-A, b) rzut: 1-wejście, 2-kierownik, 3-sekretariaty, 4-kuchnia, 5-wc, 6 i 7 sale, (wg [9])
8. Budynek biurowy ÖKO-HAUS, firmy Kühl AG, Frankfurt, Niemcy, 1992, architekci: Eble i Sambeth; a) przekrój, b) widok (wg [2])
9. Budynek biurowy, Kuala Lumpur, Malezja, architekt: Ken Yeang; a) forma budynku, b) roślinność, c) orientacja słoneczna, d) zacielenie, e) przekrój wsch.-zach., f) przyziemie, g) pierwsze piętro, h) dziewiąte piętro, i) dziesiąte piętro (wg [2])
10. Energooszczędne Liceum Techniczne, Rzym, Włochy, 1983, architekt: C.Greco; całkowita powierzchnia okien: 447 m² (7,1% powierzchni murów), okna od strony południowej: 273 m² (4,3%), okna od strony północnej: 79 m² (1,2%); a) przekrój, b) widok, (wg [4])
11. Przedszkole ekologiczne – projekt dyplomowy; a) elewacja, b) widok, (wg [13])
12. Bryły obiektów energooszczędnych, prace studenckie, temat: Stołówka energooszczędna, (wg [10])
13. Stołówka energooszczędna – prace studenckie, (wg [10])
14. Elewacje południowe obiektów energooszczędnych – prace studenckie, (wg [10])
15. Zestawienie różnych form obiektów energooszczędnych

LIST OF FIGURES

1. DOMUS solar house, Westerstede, Germany, Architect: G.W.P.Berndt, A) - southwest view, B) - ground floor projection, C) - first floor projection (acc. to [9])

2. Various greenhouse forms in south elevations. A) - single family house, Toulouse, France (acc. to [5]), B) - three in series urban houses, Graf, Austria, architects: K.Szyszkowicz-Kowalski i M.Szyszkowicz (acc. to [3])
3. South elevations of energy-saving houses. A) - single family house, Siewierz, Poland, author's design (acc. to [11])
4. Complexes of solar houses, South view. A) - Ville Fontaine, France (acc. to [6]), B) - St.Brieuc, France (acc. to [7]), C) - Angers, France, (acc. to [6])
5. Underground habitat house, Atlantic Beach, Florida, USA, 1974; 80% of outer house surface is covered with earth. A) - section, B) - elevation (acc. to [1])
6. Atrium house - underground structure, Austin, Texas, USA, 1975; 62% of outer house surface is covered with earth, 38% is accessible from atrium. A) - projection, B) - section, (acc. to [1])
7. Kindergarten - underground structure, Wildwood USA, 1976; A) - section A-A, B) - projection: 1 - entrance, 2 - headmaster, 3 - secretary's offices, 4 - kitchen, 5 - WC., 6 and 7 - rooms, (acc. to [9])
8. Office building ÖKO-HAUS of Kühl AG, Frankfurt, Germany, 1992, architects: Eble & Sambeth, A) - section, B) - view (acc. to [2])
9. Office building, Kuala Lumpur, Malaysia, architect: Ken Yang, A) - building form, B) - vegetation, C) - solar orientation, D) - shading, E) - section east-west, F) - ground floor, G) - first floor, H) - ninth floor, I) - tenth floor (acc. to [2])
10. Energy saving Technical High School Building Rome, Italy, 1983, architect: C.Greco. Total window surface: 447 m² (7,1% of wall surface), windows to the south: 273 m² (4,3%), windows to the north: 79 m² (1,2%), A) - section, B) - view (acc. to [4])
11. Ecological kindergarten - diploma thesis, A) - elevation, B) - view, (acc. to [13])
12. Blocks of energy saving objects, student works, topic: Energy saving canteen (acc. to [10])
13. An energy saving canteen - student's works, (acc. to [10])
14. South elevations of energy saving objects - student's works, (acc. to [10])
15. Various forms of energy saving objects

LITERATURA

- [1] Carmody J.Sterling R.: „Earth Sheltered Housing Design”, Underground Space Center University of Minnesota.
- [2] Architectural Rewier, Energy for life, luty 1993
- [3] Architecture, wrzesień 1993
- [4] Project Monitor nr 5, czerwiec 1987
- [5] Project Monitor nr 7, czerwiec 1987
- [6] Project Monitor nr 11, grudzień 1987
- [7] Project Monitor nr 22, lipiec 1988

- [8] Project Monitor nr 28, lipiec 1988
- [9] Kształtowanie budynków aktywnych słonecznie. Materiały do ćwiczeń, sem. IV, Zespół Architektury Energooszczędnej pod kierunkiem prof. A.Lisika, Wydział Architektury Politechniki Śląskiej, 1991
- [10] Architektura energooszczędna. Wybrane prace studentów roku II, sem. IV. Prace wykonane w Zespole Architektury Energooszczędnej pod kierunkiem prof. A.Lisika, 1991
- [11] Projekt willi jednorodzinnej, K.Fross, Siewierz, Polska 1991
- [12] Osiedle wiosny Ludów, Wodzisław Śląski - Chałupki, projekt koncepcji zagospodarowania, praca zbiorowa pod kierunkiem: W.Mikoś-Rytel, zespół: prof. J.Mikoś, M.Bielak, K.Fross, M.Jurkiewicz. Etap I, 1991
- [13] Praca dyplomowa, P.Hetman, L.Hetman, temat: Osiedle ekologiczne. Promotor: prof. A.Lisik, Wydział Architektury, Politechnika Śląska, Gliwice 1992

Abstract

Today there is no architectonic design without energy saving principles application. In every country around the whole world single energy saving buildings have been realised as well as whole complexes of „solar houses”, with various functional orientations. Application of various systems of solar energy acquisition, transformation, and heat storage influenced building shape and changed architecture expression. Applied form has been also influenced with striving to take maximum advantage of natural environment and terrain values, with formation of landscape architecture harmonised with a nature, sunk within it.

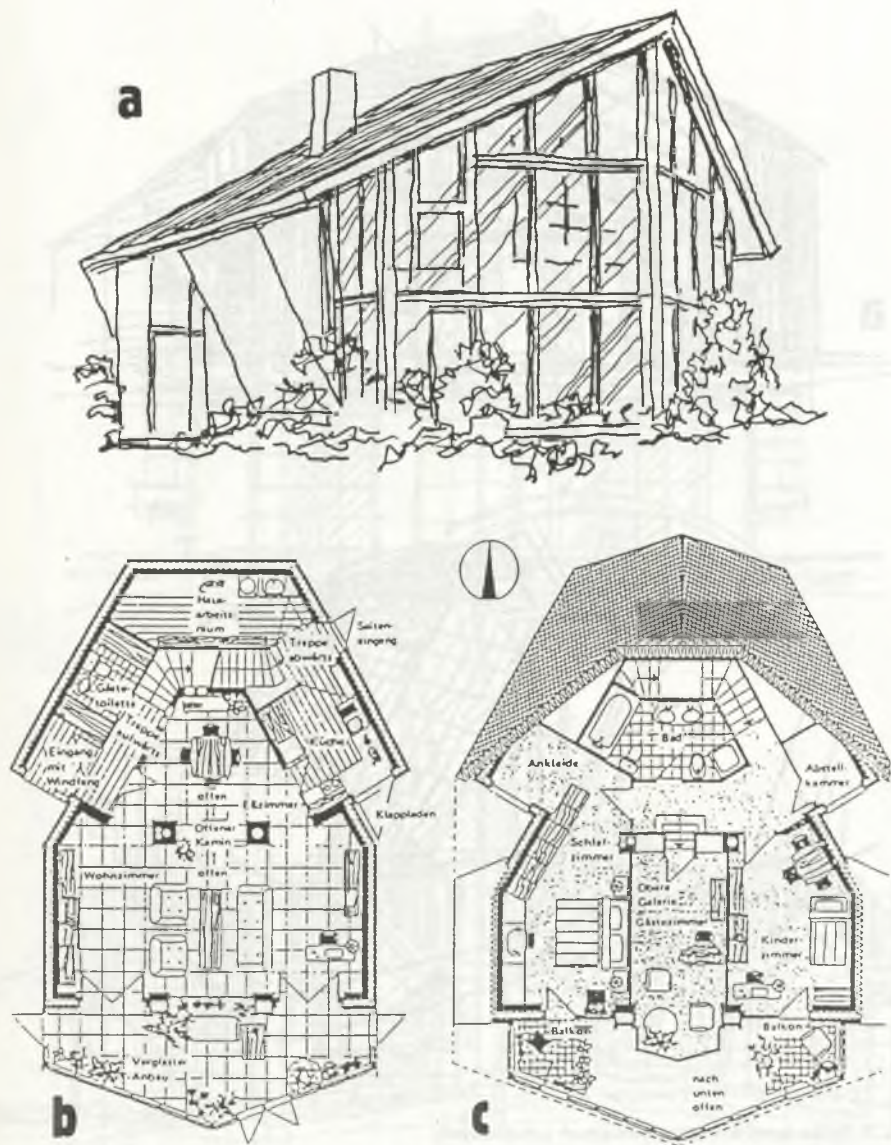
Example drawings of energy-saving objects presented in a course of considerations show distinct picture of solar architecture. They show various architectonic forms for different functions - from habitat houses through working places to public service facilities.

Overlooking their shapes it can be noticed, that they form different from traditional group of shapes and bodies characteristic for energy-saving buildings only.

Basing on presented examples it can be seen that solar geometry principles shape objects form and influence their inner functional system. Good knowledge of all solar architecture elements and their proper utilisation by architects is important too.

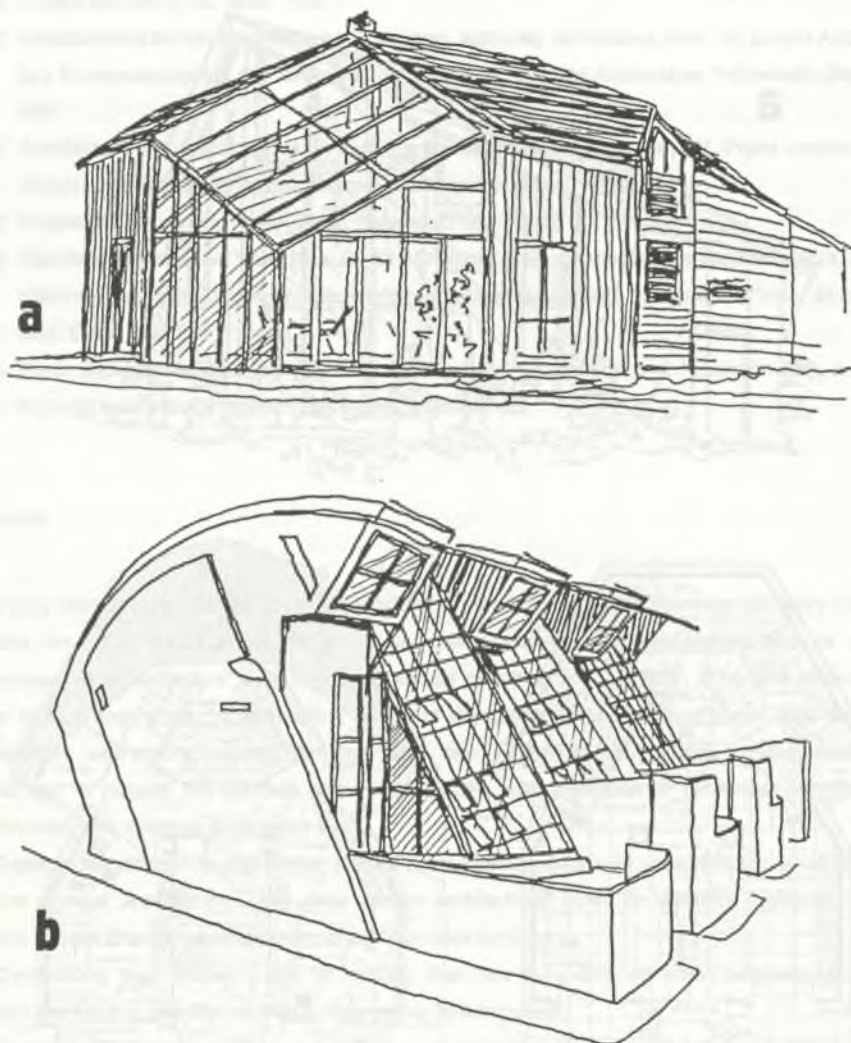
Traditional solutions linked with modern knowledge and technology brings not only decreasing of energy consumption and its optimal use but most of all gives new, better quality of form and substance of designed objects. Everything used in energy saving architecture has certain sense, every element is utilised, improves psychic and service comfort, and enriches form at the same time. Solar architecture through utilisation of many devices of solar systems diversifies architectonic detail and gives new possibilities to shape block, to sink it quaintly into landscape enriching immensely design repertoire.

One may say that solar architecture is a result of co-existence of man, matter and environment.



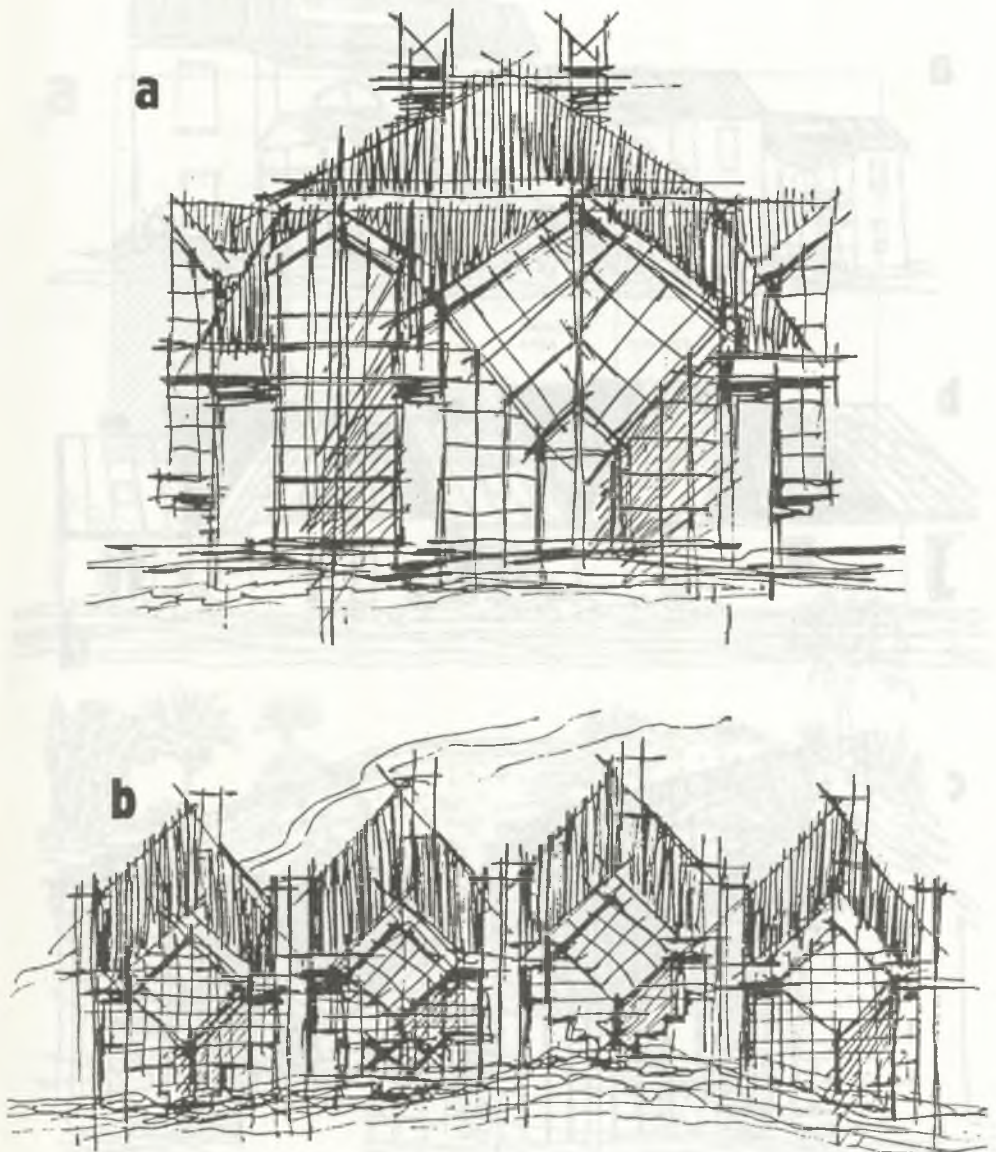
Rys. 1. Dom słoneczny DOMUS, Westerstede, Niemcy, architekt: G.W.P. Berndt;
a) widok z południowego-zachodu, b) rzut parteru, c) rzut piętra, (wg [9])

Fig. 1. DOMUS solar house, Westerstede, Germany, Architect: G.W.P. Berndt;
A) - southwest view, B) - ground floor projection, C) - first floor projection (acc. to [9])



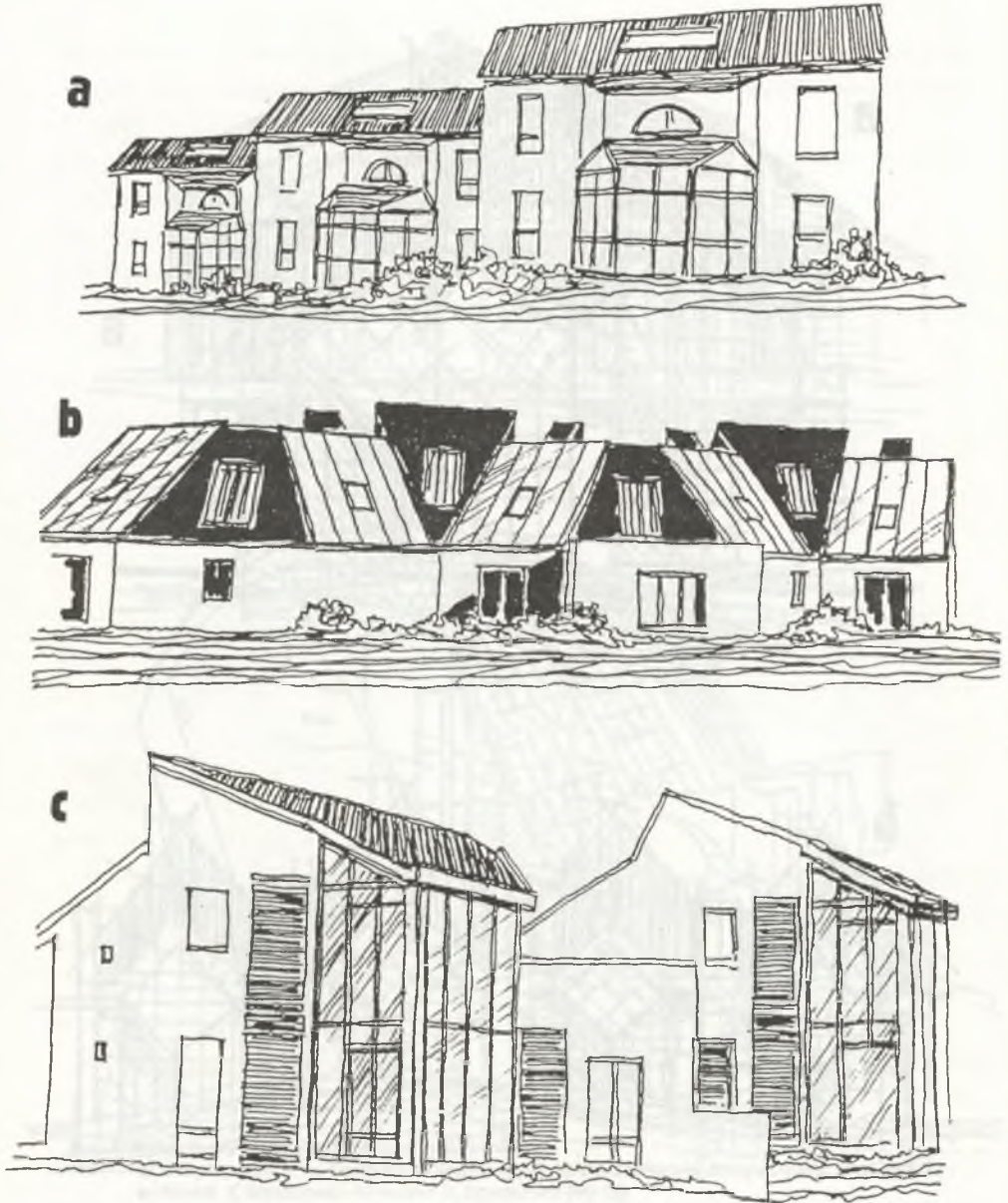
Rys. 2. Różne formy szklami w elewacjach południowych;
 a) dom jednorodzinny, Toulouse, Francja (wg [5]), b) trzy szeregowo domy miejskie, Graf, Austria
 architekci: K.Szyszkowicz-Kowalski i M.Szyszkowicz (wg [3])

Fig. 2. Various greenhouse forms in south elevations;
 A) - single family house, Toulouse, France (acc. to [5]), B) - three in series urban houses, Graf, Austria,
 architects: K.Szyszkowicz-Kowalski i M.Szyszkowicz (acc. to [3])



Rys. 3. Elewacje południowe domów energooszczędnych;
 a) willa jednorodzinna, Siewierz, Polska, projekt autora (wg [11])
 b) zabudowa szeregowa, projekt koncepcyjny (wg [12])

Fig. 3. South elevations of energy-saving houses;
 A) - single family house, Siewierz, Poland, author's design (acc. to [11])

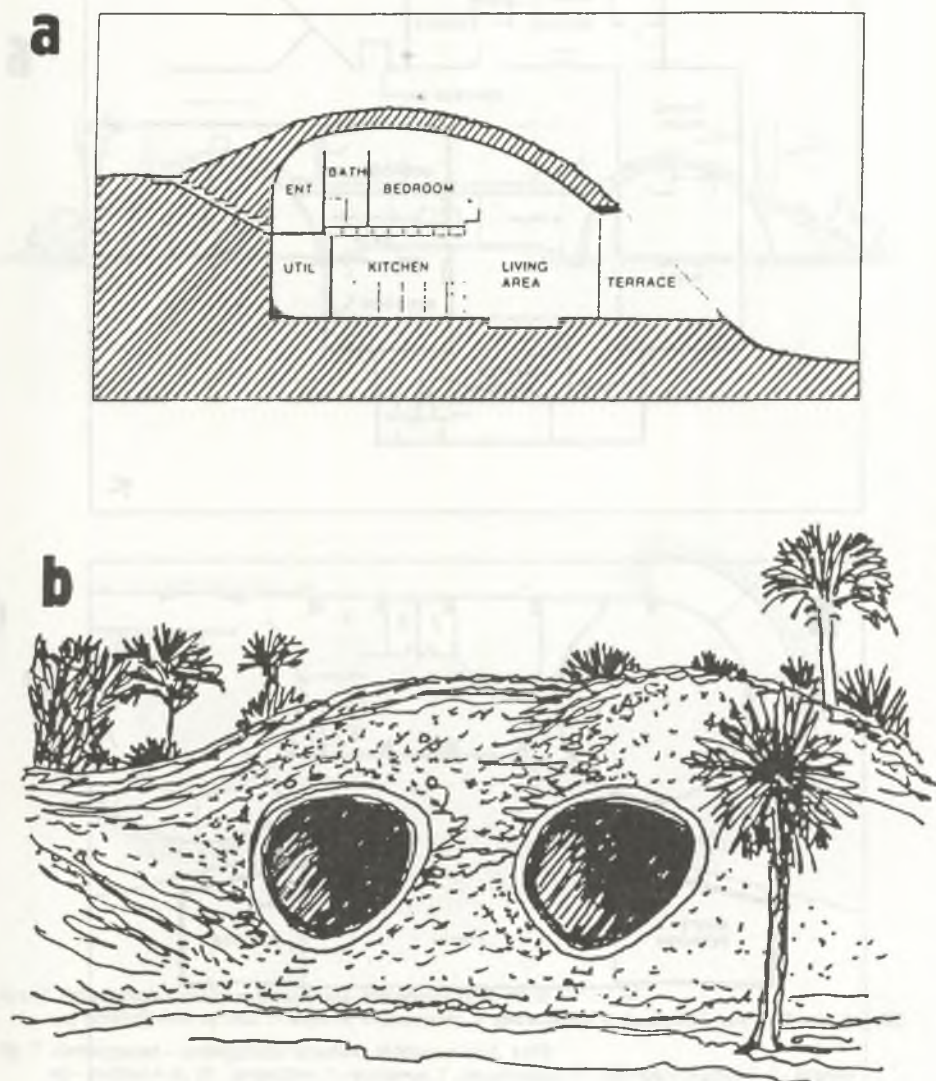


Rys. 4. Zespoły domów słonecznych. Widok od strony południowej;

a) Ville Fontaine, Francja (wg [8]), b) St.Brieuc, Francja (wg [7]), c) Angers, Francja, (wg [6])

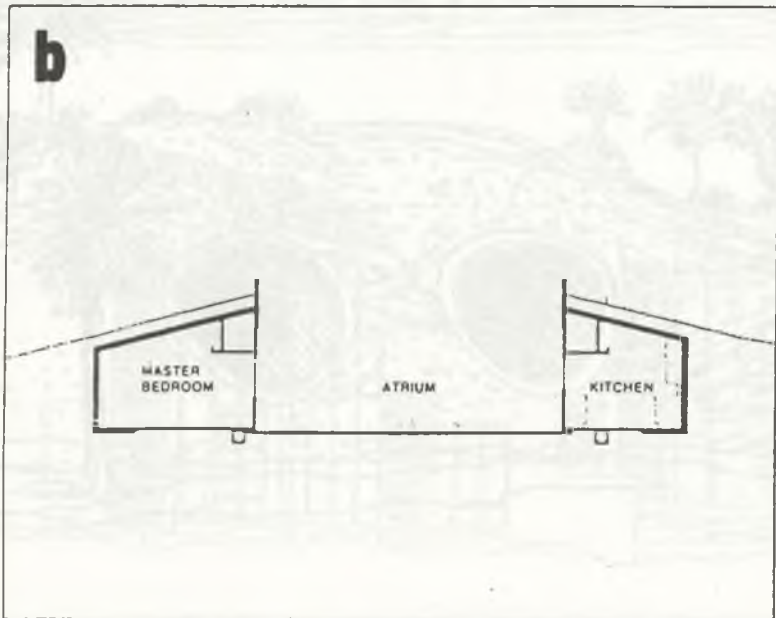
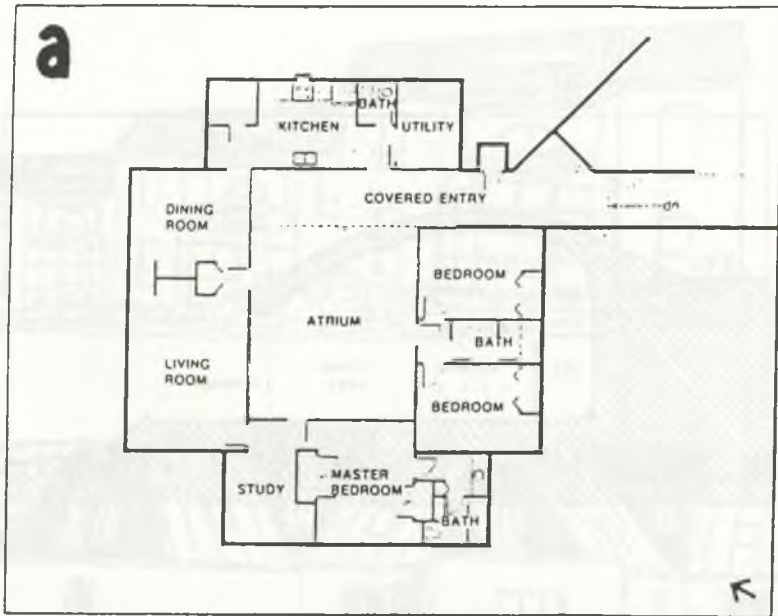
Fig. 4. Complexes of solar houses, South view.

A) - Ville Fontaine, France (acc. to [8]), B) - St. Brieuc, France, (acc. to [7]),
C) - Angers, France, (acc. to [6])



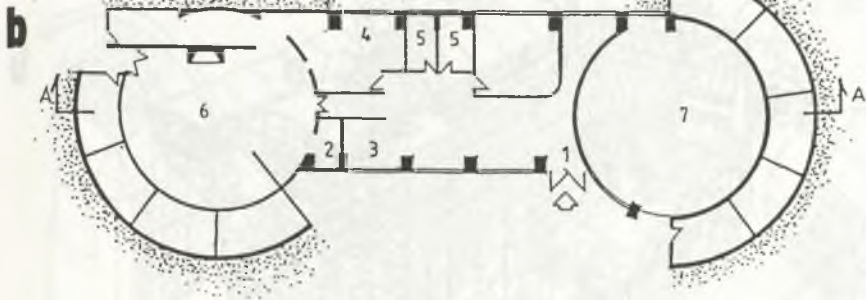
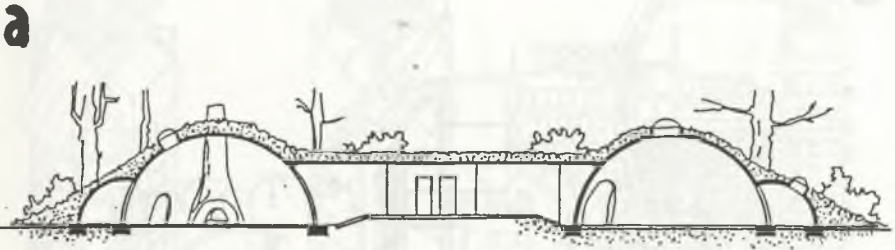
Rys. 5. Dom mieszkalny - struktura podziemna, Atlantic Beach, Floryda, USA, 1974,
80% zewnętrznej powierzchni budynku jest przysypane ziemią. a) przekrój, b) elewacja, (wg [1])

Fig. 5. Underground habitat house, Atlantic Beach, Florida, USA, 1974;
80% of outer house surface is covered with earth., A) - section, B) - elevation (acc. to [1])



Rys. 6. Dom atrialny - struktura podziemna, Austin, Texas, USA, 1975,
62% powierzchni zewnętrznej domu przykryte ziemią,
38% powierzchni zewnętrznej dostępne z atrium; a) rzut, b) przekrój, (wg [1])

Fig. 6. Atrium house - underground structure, Austin, Texas, USA, 1975;
62% of outer house surface is covered with earth, 38% is accessible from atrium.
A) - projection, B) - section, (acc. to [1])

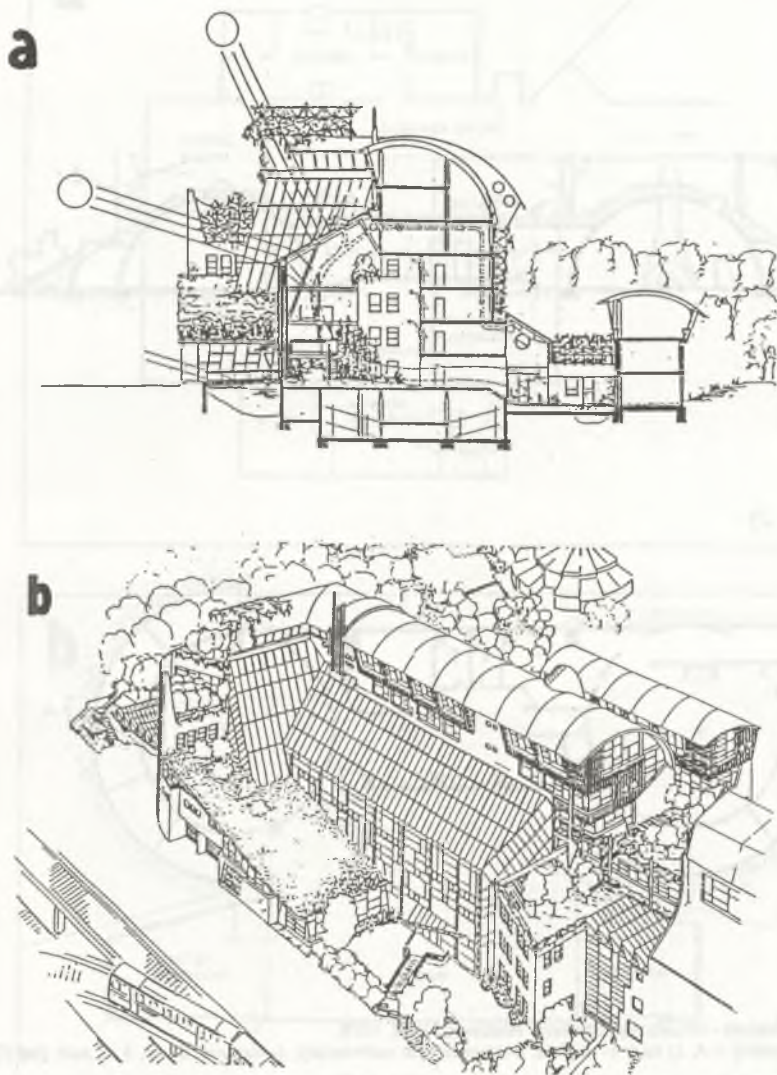


Rys. 7. Przedszkole - struktura podziemna, Wildwood USA, 1976;

a) przekrój A-A, b) rzut: 1- wejście, 2- kierownik, 3- sekretariaty, 4- kuchnia, 5- wc, 6 i 7 sale, (wg [9])

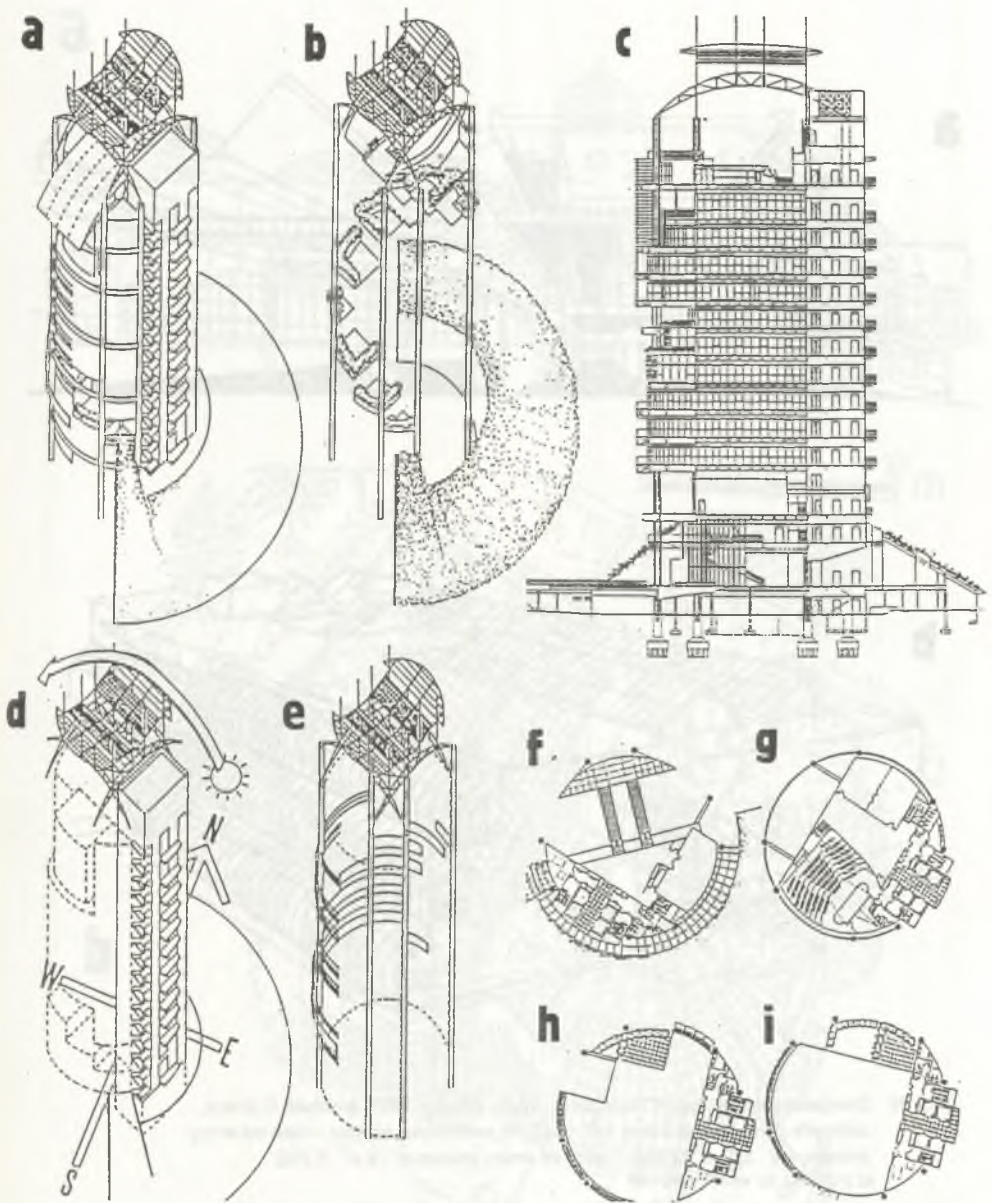
Fig. 7. Kindergarten - underground structure, Wildwood USA, 1976;

A) - section A-A, B) - projection: 1 - entrance, 2 - headmaster, 3 - secretary's offices, 4 - kitchen, 5 - WC., 6 and 7 - rooms, (acc. to [9])



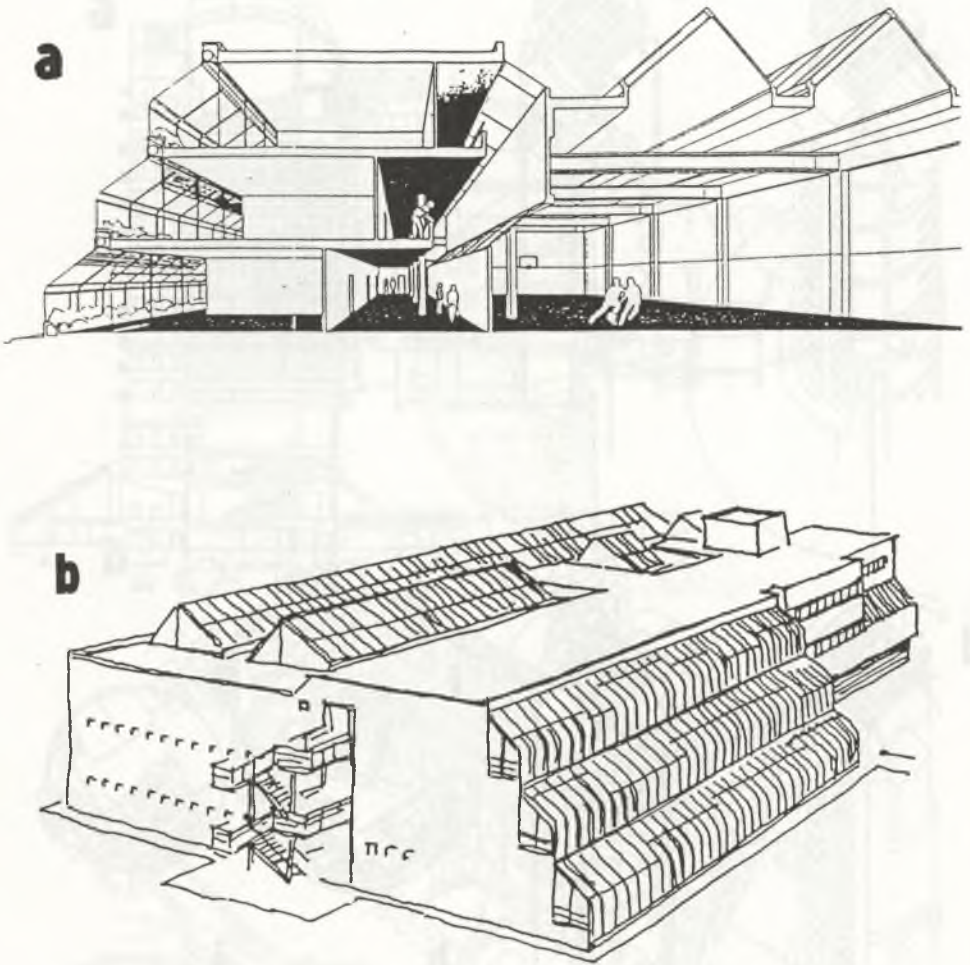
Rys. 8. Budynek biurowy ÖKO-HAUS, firmy Kühn AG, Frankfurt, Niemcy, 1992, architekci: Eble i Sambeth;
a) przekrój, b) widok (wg [2])

Fig. 8. Office building ÖKO-HAUS of Kühn AG, Frankfurt, Germany, 1992, architects: Eble & Sambeth,
A) - section, B) - view (acc. to [2])



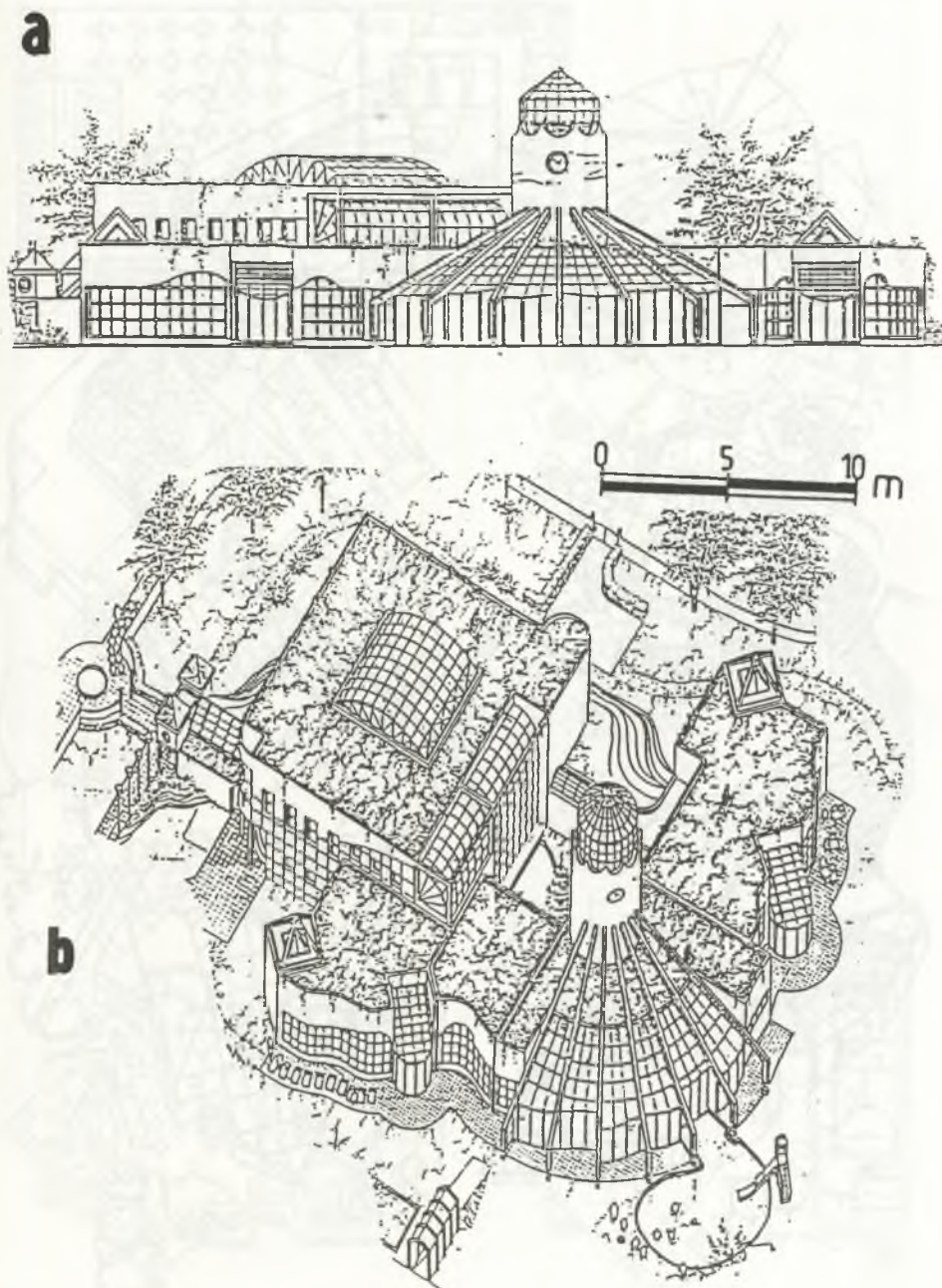
Rys. 9. Budynek biurowy, Kuala Lumpur, Malezja, architekt: Ken Yeang;
 a) forma budynku, b) roślinność, c) orientacja słoneczna, d) zacinienie, e) przekrój wsch.-zach.,
 f) przyziemie, g) pierwsze piętro, h) dziewiąte piętro, i) dziesiąte piętro (wg [2])

Fig. 9. Office building, Kuala Lumpur, Malaysia, architect: Ken Yeang,
 A) - building form, B) - vegetation, C) - solar orientation, D) - shading, E) - section east-west,
 F) - ground floor, G) - first floor, H) - ninth floor, I) - tenth floor (acc. to [2])



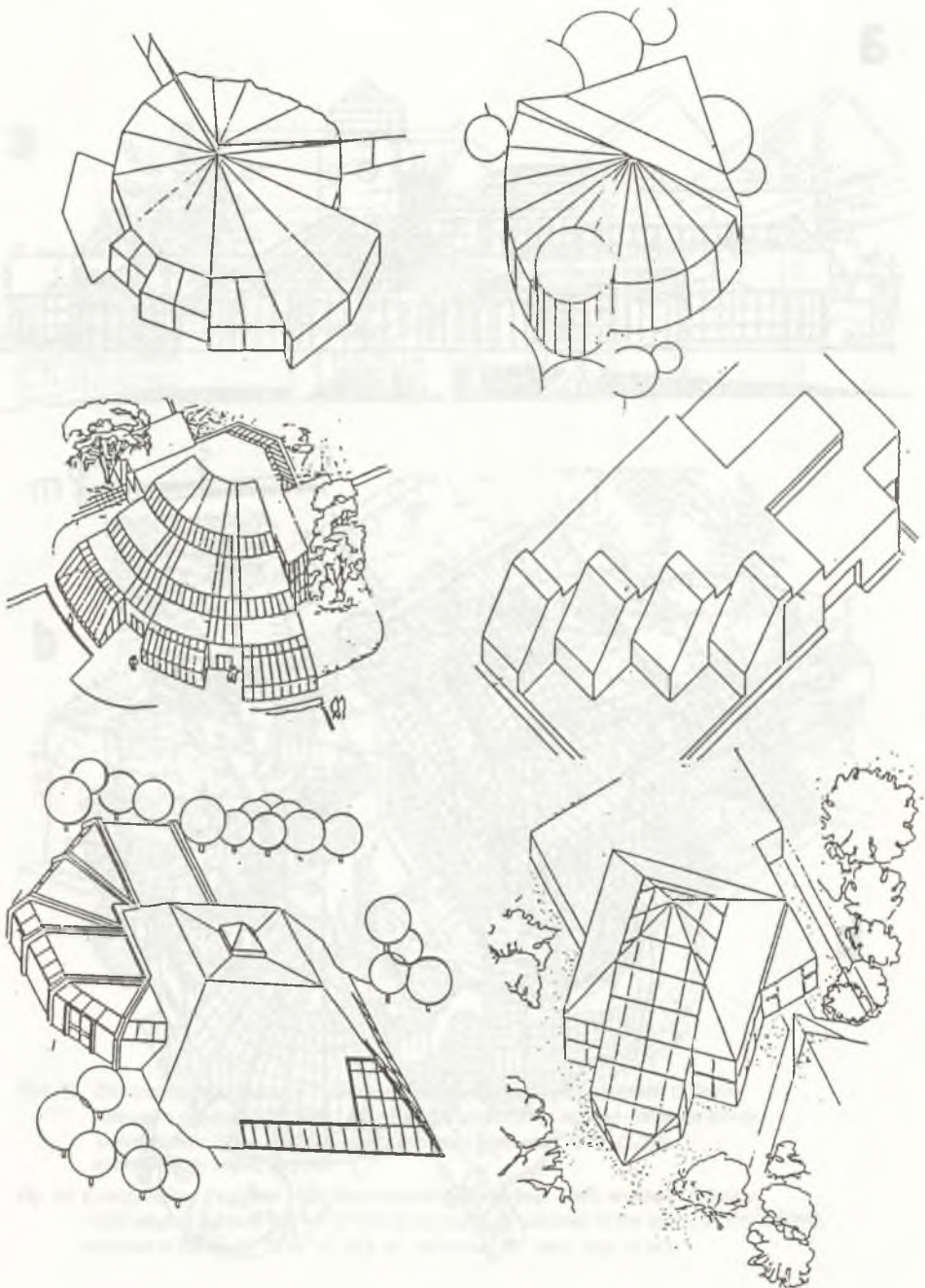
Rys. 10. *Energooszczędne Liceum Techniczne, Rzym, Włochy, 1983, architekt: C. Greco, całkowita powierzchnia okien: 447 m² (7,1% powierzchni murów) - okna od strony południowej: 273 m² (4,3%), - okna od strony północnej: 79 m² (1,2%), a) przekrój, b) widok, (wg [4])*

Fig. 10. *Energy saving Technical High School Building Rome, Italy, 1983, architect: C. Greco, Total window surface: 447 m² (7,1% of wall surface), windows to the south: 273 m² (4,3%), windows to the north: 79 m² (1,2%), A) - elevation, B) - view, (acc. to [4])*



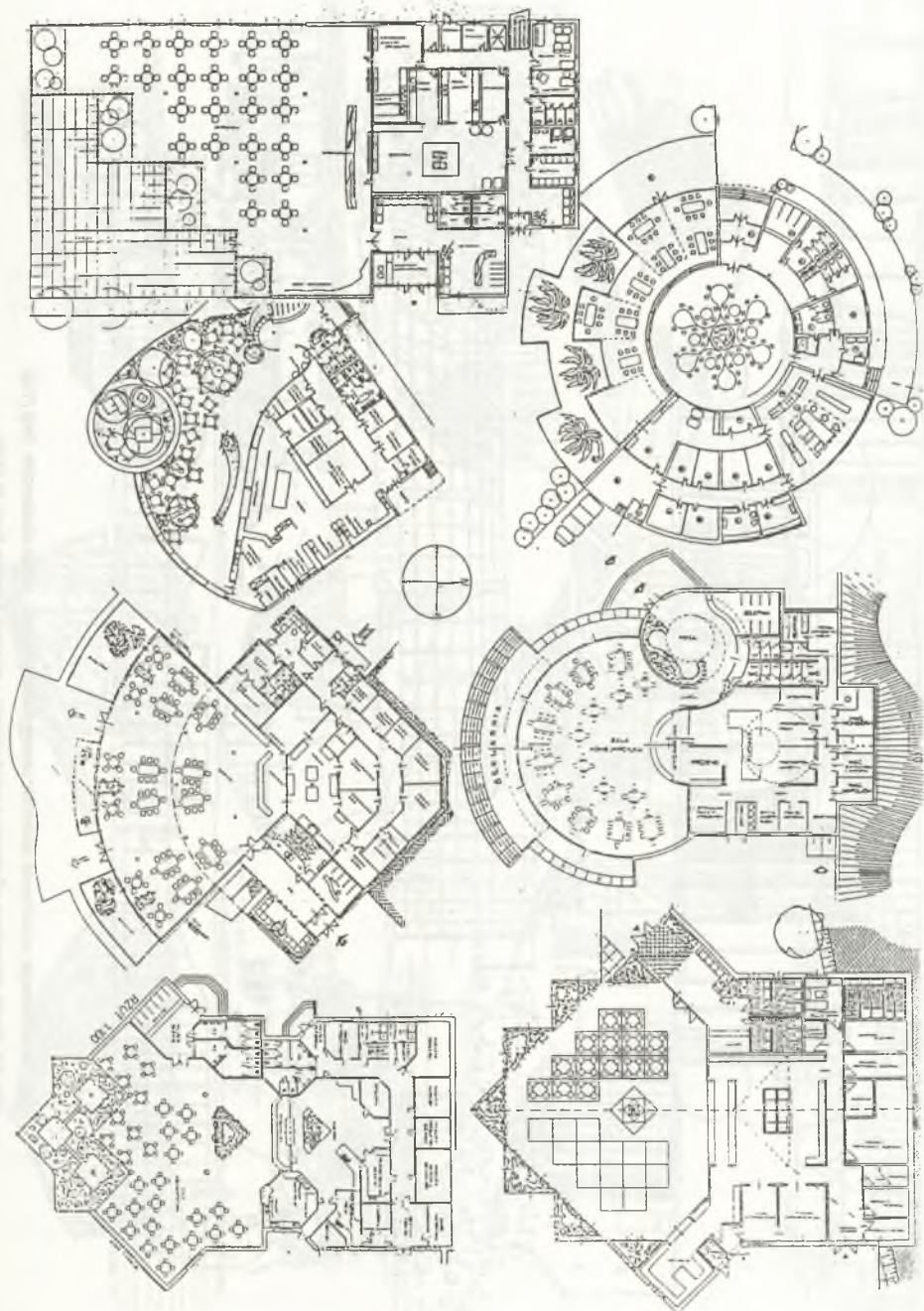
Rys. 11. Przedszkole Ekologiczne - projekt dyplomowy; a) elewacja, b) widok, (wg [13])

Fig. 11. Ecological kindergarten - diploma thesis, A) - elevation, B) - view, (acc. to [13])



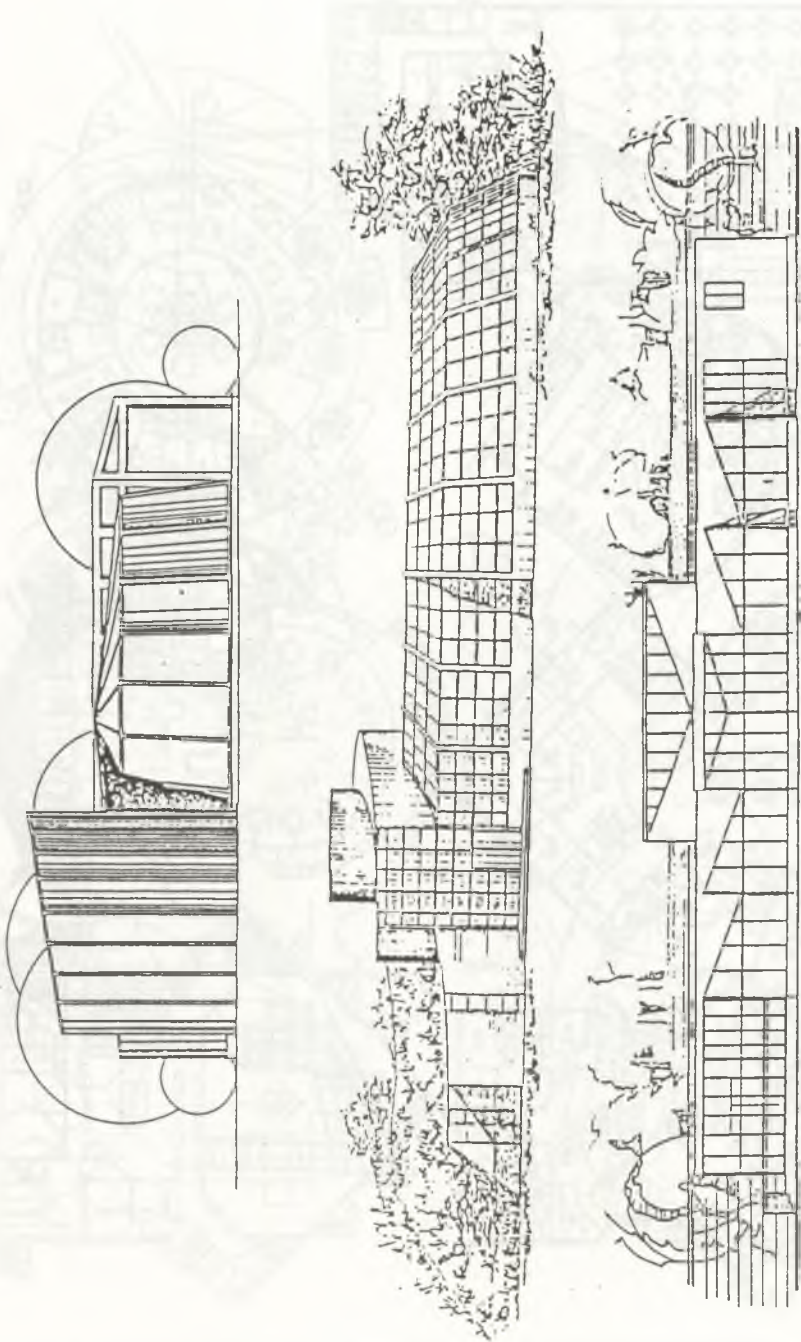
Rys. 12. Bryły obiektów energooszczędnych, prace studenckie, temat: Stołówka energooszczędna, (wg [10])

Fig. 12. Blocks of energy saving objects, student works, topic: Energy saving canteen (acc. to [10])



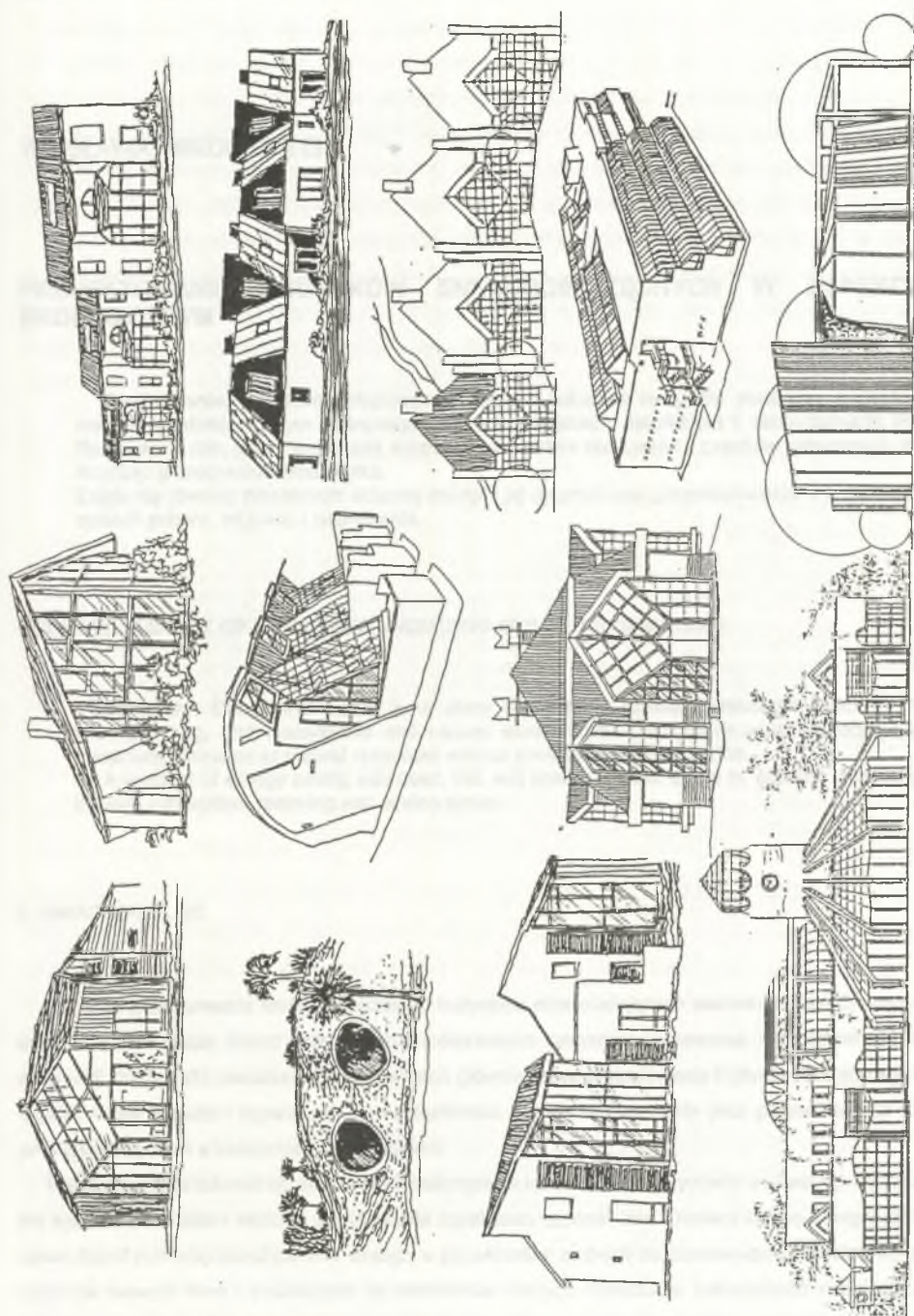
Rys. 13. Stołówka Energooszczędna - prace studenckie, (wg [10])

Fig. 13. An energy saving canteen - student's works, (acc. to [10])



Rys. 14. Elewacje południowe obiektów energooszczędnych – prace studenckie, (wg [10])

Fig. 14. South elevations of energy saving objects - student's works (acc. to [10])



Rys. 15. Zestawienie różnych form obiektów energooszczędnych

Fig. 15. Various forms of energy saving objects