

Dariusz HEIM¹
Piotr KLEMM²

WPLYW ARCHITEKTURY OGRODU ZIMOWEGO NA NASŁONECZNIENIE POWIERZCHNI WEWNĘTRZNYCH DLA BUDYNKU EKOLOGICZNEGO „BARTEK – 80”

1. Wstęp

W referacie przedstawiono wyniki obliczeń promieniowania bezpośredniego na powierzchni ścian dla zaprojektowanego w ramach budynku "BARTEK – 80" ogrodu zimowego (szklarni). Obliczenia wykonano dla ścian o orientacji południowej i południowo – zachodniej ogrodu, które w zamierzeniach autorów miały pełnić funkcje m.in. tzw. „magazynów ciepła”. Dla obu orientacji przeanalizowano cztery warianty rozwiązań architektonicznych przegród zewnętrznych, polegających na częściowym zastąpieniu powierzchni przeszlonych przegrodami tradycyjnymi. Analizowane warianty, mają na celu potwierdzenie słuszności przyjętych założeń lub wskazanie rozwiązań korzystniejszych.

Projekt ekologicznego budynku mieszkalnego "BARTEK – 80" został stworzony przez pracowników Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Politechniki Łódzkiej [1]. Zastosowano w nim wiele rozwiązań mających na celu pozyskiwanie, magazynowanie i wykorzystanie energii źródeł odnawialnych (słońca, wiatru i ziemi). Były to zarówno rozwiązania aktywne jak i pasywne, których zastosowanie miało na celu obniżenie zapotrzebowania na energię konwencjonalną, a tym samym późniejszych kosztów eksploatacji. Jednym z wielu rozwiązań pasywnych, które znalazły się w projekcie był umieszczony od strony południowej i częściowo zachodniej ogród zimowy o powierzchni 16 m². Tak zaprojektowany ogród, pełni w okresie grzewczym rolę strefy buforowej poprawiając komfort cieplny pomieszczeń wewnątrz budynku. Natomiast ściany wewnętrzne ogrodu, dzięki zastosowaniu odpowiednich materiałów i właściwym ich ukształtowaniu mogą zostać wykorzystane jako magazyn energii promieniowania słonecznego.

O ile w okresie zimowym pełne nasłonecznienie powierzchni wewnętrznych "szklarni" jest jak najbardziej pożądane, o tyle w okresie letnim staje się jedną z przyczyn przegrzania pomieszczeń i wymaga zastosowania szeregu dodatkowych działań w celu zapewnienia odpowiednich warunków komfortu cieplnego. Problemy związane z przegrzewaniem pomieszczeń w okresach poza sezonem grzewczym przedstawiono m.in. w [2]. Przeprowadzone dla szerokości geograficznej Polski obliczenia, potwierdzają słuszność wprowadzenia proponowanych rozwiązań

¹ Mgr inż. Politechnika Łódzka, darkheim@ck-sg.p.lodz.pl

² Prof. dr hab. inż. Politechnika Łódzka, klemmpio@ck-sg.p.lodz.pl

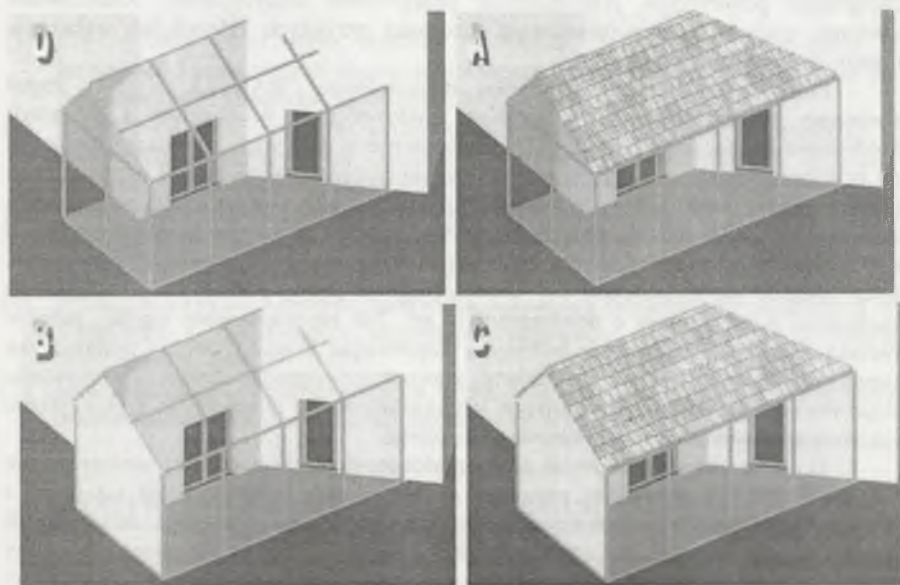
alternatywnych. Polegają one na częściowym zastąpieniu elementów przeszklonych elementami nieprzeziernymi, czego efektem będzie ograniczenie promieniowania bezpośredniego padającego na powierzchnie wewnętrzne w okresie wysokich temperatur zewnętrznych (lato) przy możliwie niewielkim obniżeniu tegoż promieniowania w sezonie grzewczym (zima).

2. Sformułowanie problemu

Całkowite promieniowanie słoneczne docierające do dowolnie nachylonej, płaszczyzny na powierzchni ziemi I_s jest sumą promieniowania bezpośredniego I_b i rozproszonego I_d [3,4,5,6,7].

$$I_s = I_b + I_d \quad (1)$$

W przypadku gdy analizowana płaszczyzna jest całkowicie zacieniona, wtedy promieniowanie bezpośrednie $I_b = 0$, zaś całkowite promieniowanie słoneczne $I_s = I_{d1}$, gdzie I_{d1} jest promieniowaniem rozproszonym na płaszczyźnie zacienionej i $I_{d1} < I_d$. W przypadku analizy wpływu zacienienia, zmiana całkowitego promieniowania słonecznego na pionowej ścianie wewnętrznej ogrodu jest silnie zależna od zmiany wartości I_b . W związku z tym dalszą analizę przeprowadzono porównując zmianę wartości promieniowania bezpośredniego I_b obliczonego dla poszczególnych przypadków. Do obliczeń promieniowania bezpośredniego padającego na pionowe powierzchnie ścian wewnętrznych ogrodu zimowego wykorzystano model matematyczny zaproponowany w [3].



Rys.1. Poszczególne warianty przyjęte do obliczeń

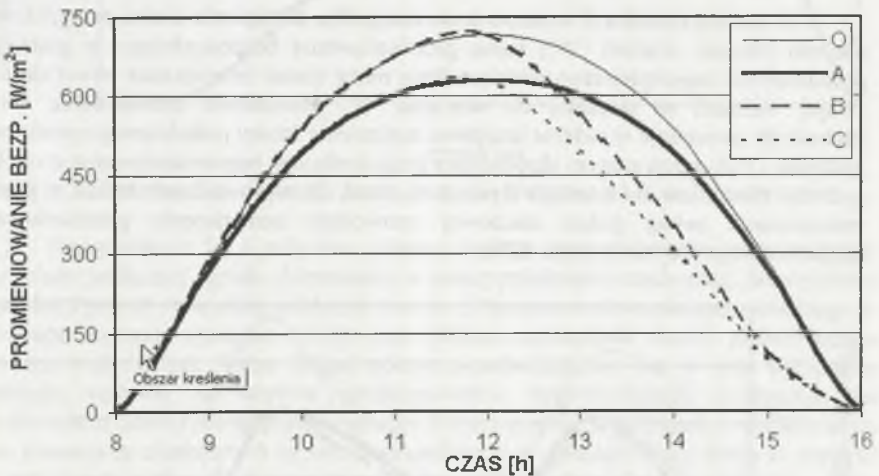
Przeanalizowano cztery przypadki, polegające na zastąpieniu niektórych powierzchni przeszklonych przegrodami nieprzepuszczającymi promieniowanie słoneczne, przedstawione schematycznie na rys. 1:

- 0 – ogród całkowicie przeszklony,
- A – dach ogrodu wykonany jako tradycyjna więźba dachowa,
- B – ściana zachodnia ogrodu wykonana w konstrukcji tradycyjnej murewej,
- C – dach i ściana zachodnia ogrodu wykonane w konstrukcji tradycyjnej.

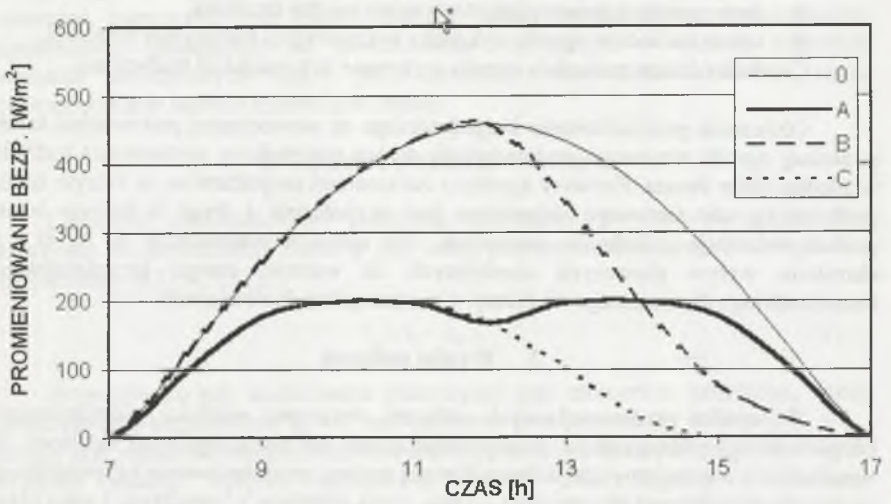
Obliczenia promieniowania bezpośredniego na wewnętrznej powierzchni ściany podłużnej ogrodu zimowego, wykonano dla dwóch przypadków usytuowania budynku względem stron świata. Pierwszy zgodny z założeniami projektantów, w którym ściana podłużna ogrodu zimowego skierowana jest na południe i drugi w którym ściana posiada orientację południowo-zachodnią. Dla czterech przypadków 0, A, B i C określono wpływ płaszczyzn cieniujących na wartość energii promieniowania bezpośredniego docierającego do ściany w poszczególnych miesiącach.

3. Wyniki obliczeń

W wyniku przeprowadzonych obliczeń otrzymano wartości promieniowania bezpośredniego padającego na powierzchnię ściany dla poszczególnych miesięcy. Na rysunkach 2 i 3 przedstawiono dobową historię zmiany promieniowania bezpośredniego na ścianie południowej dla stycznia i lipca, czyli miesięcy o najniższej i najwyższej temperaturze zewnętrznej oraz dla czterech omówionych wcześniej przypadków.

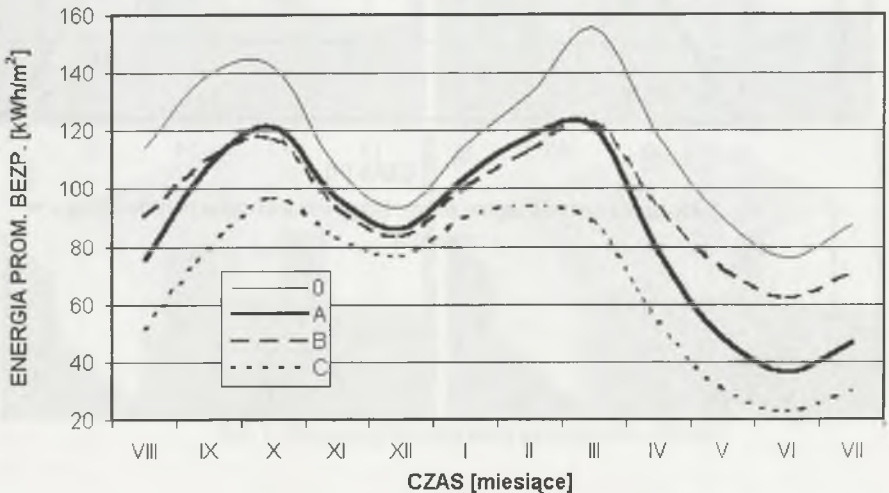


Rys.2. Dobowa historia zmian prom. bezp. dla kierunku południowego w styczniu



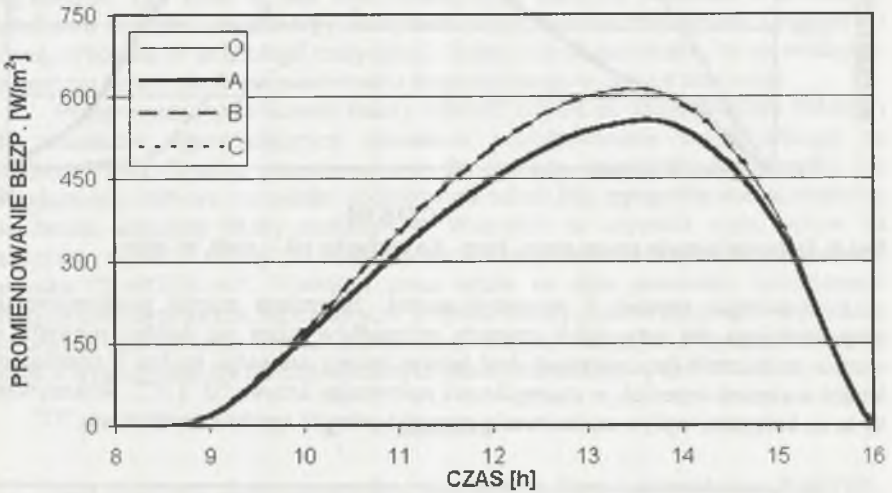
Rys.3. Dobowa historia zmian prom. bezp. dla kierunku południowego w lipcu

Z analizy rysunku 3 wynika, że w przypadku zastąpienia dachu przeszklonego dachem pełnym, wariant "A", suma promieniowania bezpośredniego w godzinach południowych najcieplejszego miesiąca lipca może zostać zmniejszona nawet do 63% swojej wartości w stosunku do wariantu "0". Dodatkowe zabudowanie ściany zachodniej spowoduje w okresie lata pełne zacielenie ściany południowej ogrodu już o godzinie 15:00 a tym samym skróci okres bezpośredniego napromieniowania o około 2 godziny. Natomiast dla miesiąca stycznia (rysunek 2), wprowadzenie zmian w postaci zastosowania pełnej połaci dachowej spowoduje zmniejszenie promieniowania bezpośredniego jedynie o około 12%.



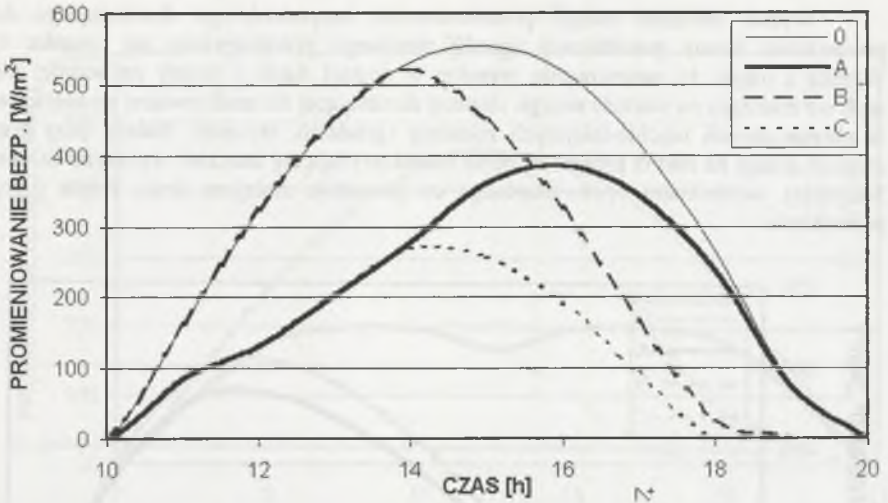
Rys.4. Historia zmiany energii promieniowania bezpośredniego docierającej do powierzchni ściany południowej ogrodu zimowego

Wyniki obliczeń energii promieniowania bezpośredniego docierającego do powierzchni ściany południowej ogrodu zimowego przedstawiono na rysunku 4. Wynika z niego, że zastosowanie przeston w postaci dachu i ściany zachodniej nie wpływa znacząco na wartość energii cieplnej docierającej do analizowanej powierzchni w okresie dwóch najchłodniejszych miesięcy (grudzień, styczeń). Należy przy tym zwrócić uwagę na fakt iż przegrody pełne charakteryzują się znacznie wyższymi (nawet 5-krotnie), wartościami oporu cieplnego co powoduje mniejsze straty ciepła przez przenikanie.



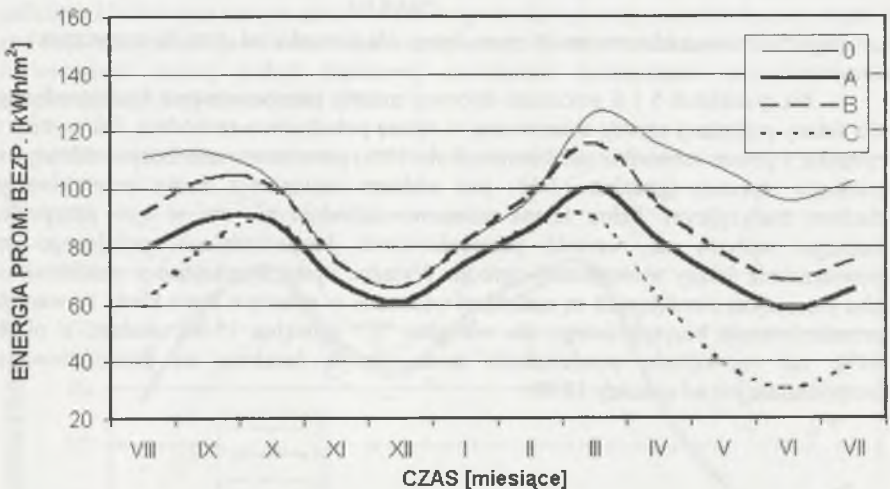
Rys.5. Dobowa historia zmian prom. bezp. dla kierunku pd. – zach. w styczniu

Na rysunkach 5 i 6 pokazano dobową zmianę promieniowania bezpośredniego dla ściany podłużnej ogrodu skierowanej w stronę południowo-zachodnią. Jak wynika z rysunku 5 pewne niewielkie osłabienie (około 10%) promieniowania bezpośredniego w miesiącu styczniu (godzina 13:30) jest efektem zastąpienia dachu przeszklonego dachem tradycyjnym. Pełna ściana północno-zachodnia nie ma w tym przypadku żadnego wpływu na wartość promieniowania bezpośredniego padającego na powierzchnię ściany wewnętrznej ogrodu. Wyraźne zyski wynikające z zastosowania obu płaszczyzn cieniujących są natomiast widoczne w miesiącu lipcu kiedy to wartość promieniowania bezpośredniego dla wariantu "C" (godzina 15:00) maleje, o około 54%, zaś wewnętrzne powierzchnie ścian nie są narażone na promieniowanie bezpośrednie już od godziny 18:00.



Rys.6. Dobowa historia zmian prom. bezp. dla kierunku pd. – zach. w lipcu

Analizując rysunek 7 zauważyć można, że zmiana energii promieniowania bezpośredniego dla wszystkich czterech przypadków różni się bardzo niewiele w okresie październik-luty natomiast dość istotne zmiany zauważyć można w miesiącach letnich kwiecień-wrzesień, w szczególności porównując krzywe "0" i "C". Wskazywało by to na korzystny wpływ zastosowania przegród pełnych zgodnie z wariantem "C".



Rys.7. Historia zmiany energii promieniowania bezpośredniego docierającej do powierzchni ściany południowej - zachodniej ogrodu zimowego

4. Wnioski

Przeprowadzone obliczenia promieniowania bezpośredniego dla energooszczędnego budynku mieszkalnego "BARTEK-80" sugerują zastosowanie nieco innych niż zaproponowanych w projekcie rozwiązań. Bez względu na orientację ścian budynku względem stron świata korzystne jest zastąpienie przeszklonej połączy dachu ogrodu zimowego dachem o konstrukcji tradycyjnej (wariant A). Poprawi to własności termiczne samej przegrody, zaś w okresie letnim znacznie ograniczy penetrację promieni słonecznych do wnętrza ogrodu, a tym samym jego nadmierne nagrzewanie. Dla ścian ogrodu zorientowanych w kierunku południowo-zachodnim dodatkowe korzyści przyniosłoby zastąpienie ściany zewnętrznej ogrodu (wariant C) ścianą wykonaną w technologii tradycyjnej. Należy jednak zaznaczyć, że spowoduje to nieznaczne ograniczenie promieniowania bezpośredniego w okresie zimowym.

Przeprowadzone obliczenia należy odnosić jedynie do analizowanego obiektu i dla warunków odpowiadających warunkom promieniowania bezpośredniego na obszarze Polski. Analizę przeprowadzono dla jednego, szczególnego przypadku nie uwzględniając wpływu czynników dodatkowych takich jak; topografia terenu, elementy krajobrazu, elementy małej architektury. Wszystkie te czynniki mają wpływ na ostateczny wynik i należy je każdorazowo uwzględniać dla konkretnej lokalizacji budynku "BARTEK-80". Niniejsza praca miała za celu pokazanie konieczności zweryfikowania pewnych standardów, w projektowaniu ogrodów zimowych w polskich warunkach nasłonecznienia. Jest ona pewnym etapem wstępnym i wymaga dalszych analiz z wykorzystaniem bardziej złożonych modeli obliczeniowych.

Literatura

- [1] Praca zbiorowa: „Energooszczędny, Ekologiczny Dom Jednorodzinny BARTEK-80”, wykonana w ramach Ogólnopolskiego Konkursu Architektonicznego, Warszawa 1994.
- [2] Woźniak J., Gawin D., Klemm P.: „Wpływ wybranych rozwiązań konstrukcyjnych na komfort cieplny pomieszczeń poza sezonem grzewczym”, Materiały 5 Konferencji Naukowo-Technicznej, Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce, Łódź, 1995.
- [3] Praca zbiorowa: „Heating, Ventilating and Air-Conditioning APPLICATIONS”. ASHRAE HANDBOOK, Atlanta, 1995.
- [4] Śliwowski L. (Red.), M. Dmochowski, W. Grzeszczyk, T. Łakomy, K. Marszałek, H. Nowak, „A Building and Its Physical Environment”, Prace Naukowe Instytutu Budownictwa Politechniki Wrocławskiej, Nr 65, Seria Monografie Nr 28, Wrocław 1992.
- [5] Bzowska D., Kossecka E., „Analiza promieniowania słonecznego w Warszawie w aspekcie energetyki słonecznej”, Prace IPPT 4/1993, Warszawa.
- [6] Owczarek S.: „Weryfikacja modelu gęstości promieniowania słonecznego na dowolną płaszczyznę dla potrzeb budownictwa i heliotechniki”, Materiały 7 Konferencji Naukowo-Technicznej, Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce, Łódź, 1999.
- [7] Tarczyński L.: „Doświadczalne i teoretyczne wartości natężenia składowych promieniowania słonecznego w rejonie uprzemysłowionym”, Mat. 7 Konferencji Naukowo-Technicznej, Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce, Łódź, 1999.

THE EFFECT OF GREEN HOUSE ARCHITECTURE ON INSOLATION OF INNER SURFACES

Summary

Effect of some design solutions of green house architecture on inner surface insolation has been analysed. The results of beam solar radiation and energy of direct solar radiation for the coldest and warmest months in the year have been presented. Results of computations done for Polish climatic conditions have shown the beam solar radiation decrease of 54 – 63 % in summer, and 10 – 12 % in winter for south or west – south orientations of the green house.