BUDOWNICTWO
CZASOPISMO TECHNICZNE
TECHNICAL TRANSACTIONS
CIVIL ENGINEERING
WYDAWNICTWO POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ
2-B/2012
ZESZYT 3
ROK 109
ISSUE 3
YEAR 109

MAGDALENA GRUDZIŃSKA*

CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNĄ OBUDOWY BALKONU

FACTORS INFLUENCING ENERGY-SAVING POTENTIAL OF A GLAZED BALCONY

Streszczenie

Artykuł analizuje wpływ zabudowy balkonu na możliwe do uzyskania oszczędności energetyczne w przyległym pomieszczeniu mieszkalnym. Rozpatrzono warianty obudowy różniące się stopniem oszklenia i jego orientacją względem stron świata. Bilans energetyczny sporządzono z uwzględnieniem naturalnego wietrzenia lub klimatyzacji jako zabezpieczenia przed przegrzewaniem w lecie..

Słowa kluczowe: bierne pozyskiwanie energii słonecznej, buforowe systemy szklarniowe

Abstract

The paper presents influence of balcony envelope on energy savings possible to achieve in the adjacent living space. Analyses take into account various areas of glazing and its orientation. Energy demand was calculated with natural venting or cooling installation in order to prevent overheating during summer.

Keywords: passive solar gains, buffer sunspace system

* Dr inż. Magdalena Grudzińska, Katedra Budownictwa Ogólnego, Wydział Budownictwa i Architektury, Politechnika Lubelska.

1. Wstęp

Zabudowa balkonów jest jedną z najprostszych i najczęściej stosowanych metod zmniejszenia zapotrzebowania na ciepło w budynkach mieszkalnych. Nieogrzewana, oszklona przestrzeń staje się rodzajem strefy buforowej ograniczającej straty ciepła z przyległego pomieszczenia, a także kolektorem promieniowania słonecznego padającego na elewację budynku. Zyski słoneczne przekazywane są do części ogrzewanej budynku poprzez wspólną przegrodę między pomieszczeniami [1-3].

Efektywność balkonu jako elementu pozyskującego promieniowanie słoneczne uzależniona będzie przede wszystkim od rodzaju i powierzchni oszklenia, a także od izolacyjności cieplnej przezroczystej i nieprzezroczystej części jego obudowy. Wzrost powierzchni przeszklonej może jednak spowodować nie tylko zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło w sezonie grzewczym, ale i przegrzewanie pomieszczeń w ciągu lata.

Celem analiz jest określenie najbardziej korzystnych proporcji powierzchni oszklonej i pełnej obudowy prostego balkonu skierowanego na południe, przy założeniu możliwości regulacji temperatury w pomieszczeniach w sposób naturalny (wietrzenie) lub przy pomocy klimatyzacji. Efektywność energetyczną ocenianych rozwiązań ustalono na podstawie zapotrzebowania na ciepło i chłód w okresie rocznym.

2. Założenia przyjęte w obliczeniach

Na potrzeby obliczeń przyjęto układ złożony z zabudowanego balkonu o powierzchni 4,5 m² (wymiary wewnętrzne 3,5 m × 1,3 m), sąsiadującego z pomieszczeniem mieszkalnym o powierzchni 17,3 m² (wymiary wewnętrzne 4,65 m × 3,72 m). Balkon skierowany jest na południe, a przyjęte warianty obudowy zewnętrznej są następujące:

– oszklenie tylko na ścianie frontowej balkonu, wysokość oszklenia: 1,8 m, 2,2 m, 2,6m (wysokość ściany podokiennej odpowiednio 1,0 m, 0,6 m, 0,2 m),
– oszklenie na ścianie frontowej i ścianach bocznych balkonu, wysokość oszklenia i ściany podokiennej j.w.

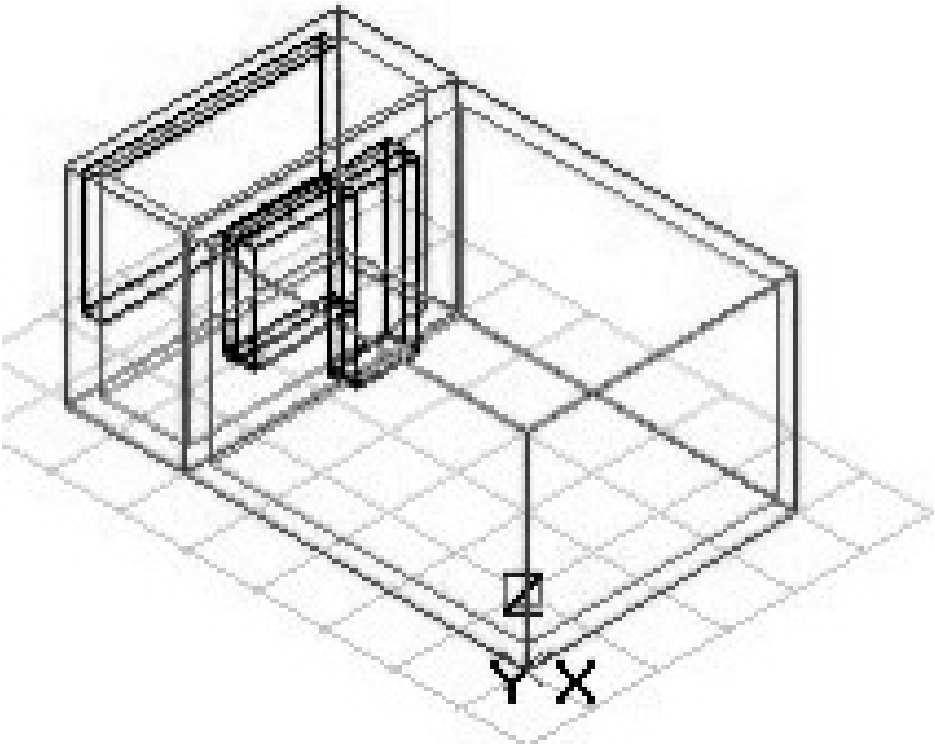
Izolacyjność cieplna przeszklenia i obudowy spełnia wymagania zawarte w Rozporządzeniu ministra infrastruktury w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [4]. Współczynnik przenikania ciepła części oszklonej wynosi około 1,7 W/m²K (występują niewielkie różnice w zależności od jej powierzchni), a części nieprzezroczystej – 0,3 W/m²K.

Założono, że przegroda oddzielająca balkon od pomieszczenia ogrzewanego charakteryzuje się dość wysoką izolacyjnością termiczną (współczynnik przenikania ciepła 0,24 W/m²K), zgodnie z zaleceniami przedstawionymi w [5]. W przegrodzie tej umieszczono okno i drzwi balkonowe o wymiarach 1,5 m x 1,5 m oraz 0,9 m x 2,5 m i współczynnikach przenikania ciepła około 1,7 W/m²K.

W pomieszczeniu przyjęto stałą wymianę powietrza wentylacyjnego wynoszącą 0,5 1/h. Jako zabezpieczenie przed przegrzewaniem w lecie założono możliwość wietrzenia pokoju lub klimatyzację.

3. Metodyka analiz

Obliczenia przeprowadzono z wykorzystaniem symulacyjnego programu komputerowego BSim opracowanego przez Danish Building Research Institute (obecnie część Uniwersytetu w Aalborg w Danii). Dane klimatyczne dla Lublina uzyskano ze strony internetowej ASHRAE w formacie EPW, importowanym i przetwarzanym automatycznie na potrzeby programu BSim. Analizy przeprowadzono w cyklu rocznym, przyjmując krok czasowy obliczeń około 4 minut. W obliczeniach pominięto wewnętrzne zyski ciepła pochodzące od mieszkańców i sprzętu gospodarstwa domowego. Obudowany balkon i pomieszczenie mieszkalne zamodelowano jako oddzielne strefy termiczne



Rys. 1. Schemat balkonu i pomieszczenia mieszkalnego zamodelowanego w programie BSim

Fig. 1. Balcony and living space modeled in BSim programme

4. Wyniki badań

Jako kryterium oceny skuteczności poszczególnych rozwiązań przyjęto zapotrzebowanie na ciepło w sezonie grzewczym i zapotrzebowanie na energię chłodniczą w ciągu lata w pomieszczeniu sąsiadującym z obudowanym balkonem. Wyniki symulacji dla różnych wariantów obudowy zestawiono w tabelach 1 i 2.

Tabela 1

Zapotrzebowanie na ciepło i chłód w pomieszczeniu mieszkalnym – przeszklenie zlokalizowane na ścianie frontowej balkonu

Wysokość przeszklenia [m]	Wietrzenie pomieszczeń		Klimatyzacja	
	Zapotrzebowanie na ciepło [kWh]	Zapotrzebowanie na chłód [kWh]	Zapotrzebowanie na ciepło [kWh]	Zapotrzebowanie na chłód [kWh]
1,8	564,14	-	564,16	270,71
2,2	531,35	-	531,37	352,59
2,6	511,02	-	511,05	437,71
balkon otwarty	1323,25	-	1324,70	109,63

Tabela 2

Zapotrzebowanie na ciepło i chłód w pomieszczeniu mieszkalnym – przeszklenie zlokalizowane na ścianie frontowej i ścianach bocznych balkonu

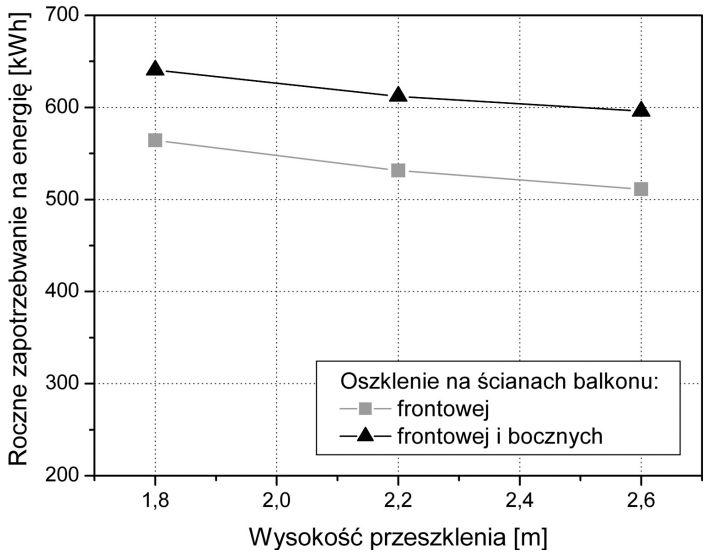
Wysokość przeszklenia [m]	Wietrzenie pomieszczeń		Klimatyzacja	
	Zapotrzebowanie na ciepło [kWh]	Zapotrzebowanie na chłód [kWh]	Zapotrzebowanie na ciepło [kWh]	Zapotrzebowanie na chłód [kWh]
1,8	640,60	-	640,66	483,48
2,2	611,90	-	611,99	604,88
2,6	595,85	-	596,00	726,55
balkon otwarty	1323,25	-	1324,70	109,63

4.1. Wariant I ochrony przed przegrzewaniem – wietrzenie pomieszczeń

W wariancie I obliczeń jako ochronę przed przegrzewaniem przyjęto wietrzenie pomieszczenia mieszkalnego i balkonu w okresie od maja do września, kiedy temperatura powietrza wewnętrznego przekroczy wartości odpowiednio 23°C i 26°C. Intensywność wietrzenia uzależniona jest od różnicy temperatur pomiędzy pomieszczeniami i powietrzem zewnętrznym, przy czym założono, że maksymalna ilość wymian powietrza podczas wietrzenia nie przekracza 5 1/h.

Wraz ze wzrostem powierzchni przeszklonej zaobserwowano spadek zapotrzebowania na ciepło w przyległym pomieszczeniu, a różnice pomiędzy skrajnymi przypadkami wynosiły 9,5% i 7% odpowiednio dla przeszkleń umieszczonych na ścianie frontowej balkonu oraz na ścianach frontowej i bocznych. Wiąże się to oczywiście z większym pochłanianiem promieniowania słonecznego i większymi zyskami termicznymi.

Dodanie oszkleń na ścianach bocznych balkonu, skierowanych na wschód i zachód, nie jest jednak rozwiązaniem korzystnym – przyczynia się do zwiększenia zapotrzebowania na energię grzewczą średnio o 15% w porównaniu z oszkleniem skierowanym wyłącznie na południe. Ze względu na mniejszy udział tych przegród w pozyskiwaniu energii słonecznej wskazane jest więc zastąpienie ich przegrodami pełnymi o lepszej izolacyjności termicznej.

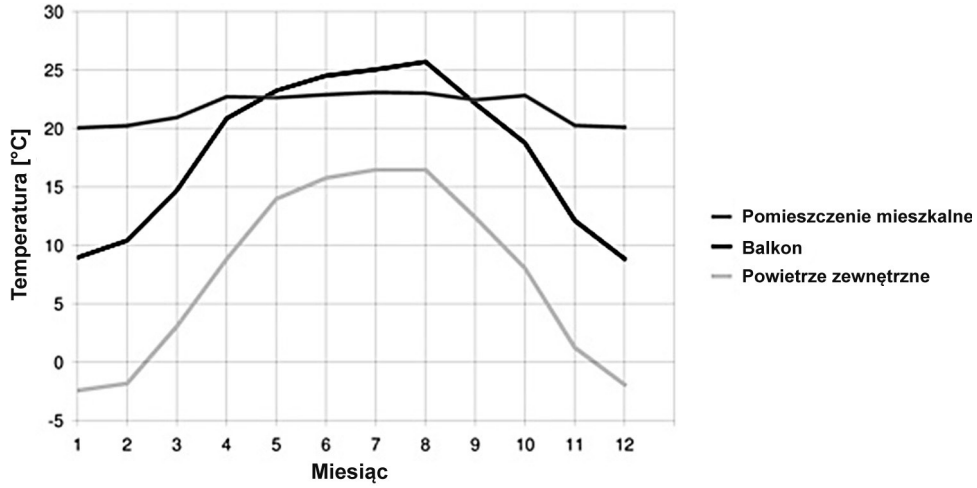


Rys. 2. Roczne zapotrzebowanie na energię w pomieszczeniu mieszkalnym – chłodzenie poprzez wietrzenie

Fig. 2. Annual energy demand in the living space – cooling by natural venting

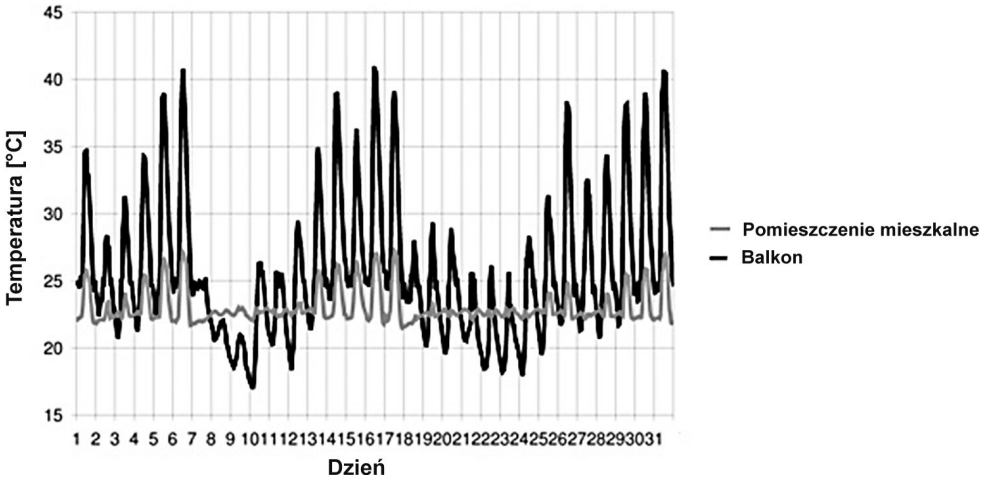
Rozwiązanie charakteryzujące się najniższym zapotrzebowaniem na ciepło to oszklenie balkonu zlokalizowane jedynie na ścianie południowej, o jak największej powierzchni, ze ścianami bocznymi pełnymi. W porównaniu z pomieszczeniem mieszkalnym z balkonem otwartym oszczędności energetyczne wynoszą w tym przypadku 61%. Jest to wielkość znaczna, przede wszystkim ze względu na założenia obliczeniowe maksymalizujące zyski ciepła – wysoką izolacyjność obudowy balkonu, umieszczenie go na całej szerokości pomieszczenia oraz południową lokalizację.

Duża powierzchnia przegród przezroczystych skierowanych na południe może być powodem przegrzewania pomieszczeń w okresie letnim. Aby ocenić skuteczność założonego naturalnego wietrzenia pokoju mieszkalnego i obudowanego balkonu, przeanalizowano miesięczne i dobowe zmiany temperatur w obu strefach.



Rys. 3. Średnie temperatury powietrza w ciągu roku – oszklenie o wysokości 2,6 m

Fig. 3. Mean air temperature during the year – height of glazing 2,6 m



Rys. 4. Temperatury powietrza w sierpniu – oszklenie o wysokości 2,6 m

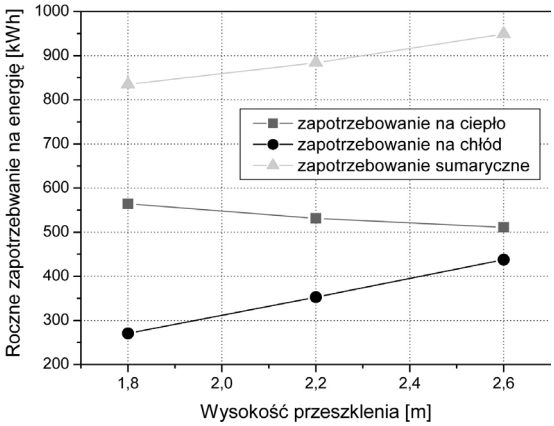
Fig. 4. Air temperature during August – height of glazing 2,6 m

Średnie miesięczne temperatury w obu pomieszczeniach nie przekraczają wartości 23°C i 26°C, przyjętych jako graniczne temperatury kontrolne, powyżej których „uruchamiane" jest wietrzenie naturalne. Temperatury dobowe wykazują jednak znaczne wahania w zależności od natężenia promieniowania słonecznego. Najbardziej niekorzystnym miesiącem jest sierpień, w którym maksymalne wartości temperatur wewnętrznych sięgają 27,3°C w pomieszczeniu mieszkalnym oraz 40,9°C na obszarze balkonu. Można ocenić, że pomieszczenia są zagrożone okresowym przegrzewaniem przez blisko 1/3 sezonu letniego.

4.2. Wariant II ochrony przed przegrzewaniem – klimatyzacja

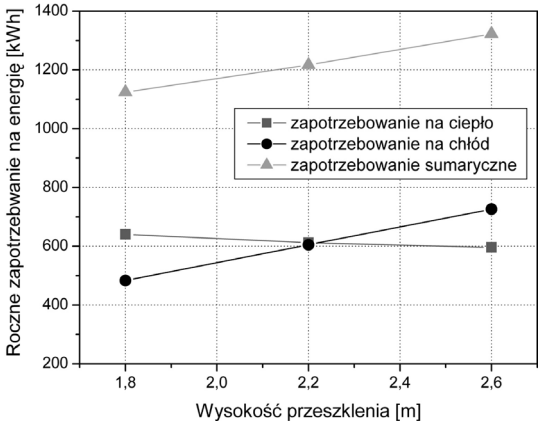
Drugim wariantem ochrony przed przegrzewaniem jest chłodzenie pomieszczenia mieszkalnego poprzez urządzenia klimatyzacyjne, utrzymujące temperaturę na stałym poziomie 23°C. Wiąże się to z dodatkowym zużyciem energii na potrzeby chłodzenia w okresie letnim, przy czym zapotrzebowanie na ciepło w sezonie grzewczym nie ulega istotnym zmianom.

Zapotrzebowanie na chłód wzrasta dość znacznie wraz ze zwiększeniem powierzchni oszklenia. W przypadku oszklenia na ścianie frontowej balkonu wzrost ten wyniósł 62%, a w przypadku oszklenia na ścianach frontowej i bocznych – 50%.



Rys. 5. Roczne zapotrzebowanie na energię w pomieszczeniu mieszkalnym – oszklenie balkonu na ścianie frontowej

Fig. 5. Annual energy demand in the living space – glazing in the front wall of the balcony



Rys. 6. Roczne zapotrzebowanie na energię w pomieszczeniu mieszkalnym – oszklenie balkonu na ścianie frontowej i bocznych

Fig. 6. Annual energy demand in the living space – glazing in the front and side walls of the balcony

Zapotrzebowanie na energię chłodniczą stanowi istotny składnik bilansu energetycznego pomieszczenia. W przypadku oszklenia na płaszczyźnie południowej udział chłodzenia w całkowitym zapotrzebowaniu na energię wyniósł średnio 39%, a w przypadku oszklenia na płaszczyznach południowej, wschodniej i zachodniej – 49%. Należy zauważyć, że w najbardziej niekorzystnej sytuacji (największa powierzchnia przeszklenia na ścianach frontowej i bocznych balkonu) zapotrzebowanie chłód przewyższyło zapotrzebowanie na ciepło.

Zwiększenie zużycia energii na potrzeby chłodzenia jest większe niż spadek zapotrzebowania na ciepło – stąd całkowite roczne potrzeby energetyczne pomieszczenia mieszkalnego rosną wraz ze zwiększeniem powierzchni oszklonych. W porównaniu jednak z pomieszczeniem sąsiadującym z balkonem otwartym, całkowite zapotrzebowanie na energię maleje w najbardziej korzystnym przypadku o 22%.

Za rozwiązanie najlepsze w wariancie II należy uznać oszklenie wykonane tylko na ścianie południowej balkonu, o najmniejszej spośród rozważanych powierzchni.

4.3. Podsumowanie

Zwiększenie powierzchni oszklenia powoduje wzrost zysków słonecznych i zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło, może jednak być przyczyną trudnego do kontrolowania wzrostu temperatur w miesiącach o większym natężeniu promieniowania słonecznego. W przypadku zastosowania klimatyzacji pomieszczenia duże powierzchnie przeszkleń wiążą się z rosnącym wydatkiem energetycznym na chłodzenie. Wypadkowy bilans energetyczny pomieszczenia z obudowanym balkonem należy jednak uznać za bardziej korzystny w porównaniu z balkonem otwartym.

Analizowany przykład pozwala stwierdzić jednoznacznie, że umieszczanie przegród oszklonych w obudowie balkonu skierowanych na wschód lub zachód nie jest rozwiązaniem zalecanym. Elementy te wpływają na zwiększenie zapotrzebowania na ciepło w zimie oraz przyczyniają się do przegrzewania przyległego pomieszczenia latem. Ze względu na obniżenie zarówno zapotrzebowania na ciepło, jak i zapotrzebowania na chłód, wskazane jest zastąpienie ich przegrodami pełnymi.

5. Wnioski

Obudowa balkonów jest rozwiązaniem jak najbardziej zalecanym – zwiększa atrakcyjność architektoniczną obiektu, pozwala na stworzenie dodatkowej przestrzeni użytkowej iźstwarza potencjalne możliwości oszczędności energii, szczególnie w warunkach klimatu umiarkowanego.

Przeprowadzone analizy wskazują na bardzo ważną rolę przemyślanego projektowania biernych systemów słonecznych. Zapewnienie jak największych zysków słonecznych w sezonie grzewczym i ograniczenie przegrzewania w ciągu lata są zadaniami przeciwstawnymi. Projektując obudowę balkonu jako kolektora słonecznego, należy poszukiwać rozwiązania optymalnego z uwagi na zapotrzebowanie na ciepło, chłód i warunki klimatu wewnętrznego. Rozwiązania przyjęte bez szczegółowych obliczeń mogą spowodować znaczny dyskomfort użytkowników oraz przyczynić się do wzrostu zapotrzebowania na energię w związku z potrzebą chłodzenia pomieszczeń w lecie.

Literatura

[1] Chwieduk D., *Energetyka słoneczna budynku*, Arkady, Warszawa 2011.
[2] Jones R.W., McFarland R.D., *The sunspace primer. A guide for passive solar heating*, Van Nostrand Reinhold Company, New York 1984.
[3] *Konwersja termiczna energii słonecznej w warunkach krajowych*, (red.) Gogół W., Polska Akademia Nauk, Warszawa 1993.
[4] Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz.U. nr 75, poz. 690 z 2002 r. z późn. zm.
[5] Kisilewicz T., Nowak K., *Wpływ oszklonej strefy buforowej na bilans cieplny budynku*, „Czasopismo Techniczne" 5-B/2006, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2006, 277-286.