

MARIA JAWORSKA-MICHAŁOWSKA*

**ŚRODOWISKO ZBUDOWANE WŁĄCZONE
DO EKOSYSTEMU – WYBRANE PROBLEMY****THE BUILT ENVIRONMENT INCLUDED
TO ECOSYSTEM – CHOSEN PROBLEMS****Streszczenie**

W artykule przedstawiono wybrane możliwości kształtowania architektury opartej na relacji obiektu z otoczeniem. Pokazane rozwiązania z zakresu kształtowania bryły, rozwiązań instalacyjnych i materiałowych obejmują również budynki, które są strukturami szklarniowymi. Szczegółowo omówiono nową rolę przegrody zewnętrznej, stopień integracji interaktywnej osłony ze strukturą obiektu oraz jej dodatkowe funkcje. Przykłady realizacji dotyczą budynków naturalnie wentylowanych, w rozwiązaniach których uwzględniono atria, przeszklone pasáže i słoneczne wieże kominowe.

Słowa kluczowe: środowisko zbudowane, budynek zrównoważony, struktura szklarniowa, naturalna wentylacja

Abstract

In the article, there will be presented chosen methods of architectural creation based on the relation between building and surroundings. There will be generally show solutions from the range of formation of the solid, installation and material solutions. Which allow to erect buildings as glasshouse structures the new function of exterior wall, the degree of integration of interactive with building structure and its additional functions will be shown particularly. The examples of realised buildings will be related to buildings using natural ventilation, in the solutions which included atrium, passages and solar chimney.

Keywords: built environment, sustainable building, glasshouse structures, natural ventilation

*Dr inż. arch. Maria Jaworska-Michałowska, Instytut Materiałów i Konstrukcji Budowlanych, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Krakowska.

1. Wstęp

Projektowanie budynków energooszczędnych jest dużym wyzwaniem dla architektów i specjalistów z innych dziedzin inżynierskich. Forma tych obiektów zależy bowiem w dużej mierze od wymagań fizyki budowli i ma na celu osiągnięcie oszczędności energii. O rozwiązaniach decydują również systemy: wentylacji naturalnej, pozyskiwania i akumulowania energii, chłodzenia budynku, nawilżania powietrza i wykorzystania światła dziennego. Środowisko tak zbudowane charakteryzuje się, oprócz walorów decydujących o oszczędności energii i ochronie ekosystemu, wysoką jakością mikroklimatu wewnątrz obiektu. Sposób osiągnięcia pozytywnych rezultatów w poszczególnych systemach jest różnorodny. Na przykład w systemie wentylacji naturalnej można tworzyć w budynku przestrzeń, która pełni rolę komina pobudzającego przewietrzanie całej struktury i projektować podwójne przegrody zewnętrzne, umożliwiające przepływ powietrza chłodzącego. Naturalna wentylacja budynków wielkoprzestrzennych jest, ze względu na złożoność problemów architektonicznych i konstrukcyjnych, zagadnieniem skomplikowanym. Jej efektywność ograniczają warunki pogodowe. Działanie wentylacji jest optymalne, gdy wartość temperatury otoczenia jest niższa od wewnętrznej, panującej w pomieszczeniach. W obiektach energooszczędnych coraz częściej stosuje się łączone systemy, tzw. hybrydowe. Sposób ich działania charakteryzuje się korzystaniem w każdym sprzyjającym momencie z energii i warunków naturalnych. Przy szczególnie niesprzyjających warunkach pogodowych korzysta się z energii dostarczanej z sieci oraz własnych urządzeń, utrzymujących odpowiednie parametry powietrza.

Obecne próby powrotu do strategii naturalnego wentylowania obiektów, wspomagane zaawansowanymi technologiami oraz wiedzą z zakresu kształtowania pasywnej architektury solarnej, wydają się niezmiernie ważne, również dla zdrowia użytkownika [1].

2. Nowoczesne rozwiązania wentylacyjne

Wentylacja to proces wymiany zużytego powietrza na świeże, wsparty odpowiednimi urządzeniami. Koncepcje wykorzystania naturalnego wentylowania budynków znane są od najdawniejszych czasów. Przykładem takiego rozwiązania jest renesansowa Willa Capra Rotunda autorstwa A. Palladia. Wprowadzane w podpiwniczenia chłodne powietrze jest rozprowadzane we wnętrzu przez otwory w stropie do momentu wyprowadzenia go do górnej części kopuły. W budowlach Bliskiego Wschodu wykorzystywano wieże wiatrowe zwane badgirami, które służyły do wciągania świeżego powietrza od góry do środka obiektu. W górnej części wieży umieszczano zbiornik z zimną wodą, która schładzała napływające powietrze.

Współcześnie, w zależności od sposobu wymiany powietrza, rozróżniamy wentylację naturalną (grawitacyjną) i wentylację mechaniczną (z zastosowaniem odpowiednich urządzeń). Wentylacja naturalna jest mniej wydajna i mniej skuteczna od mechanicznej [2]. Największe jej wady to brak: kontroli procesów wentylacji, odzysku ciepła z powietrza wywiewanego, możliwości filtracji powietrza oraz uzależnienie działania od warunków atmosferycznych. Wymuszony przepływ powietrza pozwala natomiast na wentylowanie również pomieszczeń, które są oddalone od pionów wentylacyjnych, przez zastosowanie poziomych kanałów ukrywanych np. w sufitach podwieszonych. Klimatyzacja jest lepiej rozwiniętym

poziomem wentylacji. Utrzymuje w pomieszczeniach m.in. odpowiednie warunki temperaturowe, wilgotnościowe, prawidłowy stopień jonizacji powietrza. Użytkownik musi jednak przystosować się do nieotwierania okien. Przegrody okienne pełnią wówczas wyłącznie funkcję doświetlającą, izolującą termicznie i akustycznie. W sztucznie wytworzonym środowisku pojawiają się u niektórych ludzi bóle głowy, duszności, alergie. Zjawisko to zwane jest „syndromem chorego budynku” (*Sick Building Syndrom – SBS*) [1].

Ze względu na wady i zalety wentylacji naturalnej, w ramach ruchu zmniejszania zużycia energii, opracowano nowy rodzaj wentylacji, tzw. hybrydowy, łączący zalety wentylacji mechanicznej i naturalnej, korzystający z każdego systemu w zależności od pór roku. Jest to system, który dostosowany jest do zmieniających się parametrów środowiska zewnętrznego. Spełnia kryteria dotyczące jakości powietrza środowiska wewnętrznego, przy jednoczesnej oszczędności energii. Jednym z pierwszych obiektów modernizowanych dla potrzeb wentylacji hybrydowej jest PROBE – belgijski budynek biurowy w Limette w Belgii. W obiekcie tym działają na przemian wentylacja mechaniczna o strumieniu powietrza w wielkości 25 m³/h dla każdego pomieszczenia oraz chłodzenie nocne w okresie letnim. Wentylacja mechaniczna uruchamiana jest przez czujniki podczerwieni umieszczone w każdym pomieszczeniu, reagujące na obecność ludzi. Chłodzenie nocne odbywa się poprzez ręczne otwieranie okien.

3. Wpływ rozwiązań wentylacyjnych na bryłę i elewację

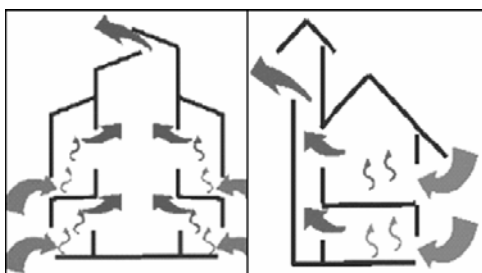
3.1. Rozwiązania z zastosowaniem atriów, pasaży i kominów słonecznych

Świadomość koniecznej ochrony środowiska naturalnego powoduje, że kraje rozwinięte decydują się w swoich realizacjach na naturalne sposoby ogrzewania, wentylowania i chłodzenia pomieszczeń. Systemy mechaniczne pochłaniają znaczne ilości energii, którą pozyskuje się głównie z kopalnych zasobów, nieprzyjaznych środowiskowo. Powrót do wykorzystywania wentylacji naturalnej, w nowym znaczeniu, jest widoczny głównie w projektach biur i budynków edukacyjnych.

Forma architektoniczna budynku zrównoważonego (*sustainable building*), czyli obiektu przyjaznego środowiskowo, powstaje w zetknięciu artystycznej koncepcji z pragmatycznymi wymogami technicznymi i technologicznymi. Jest ona odpowiedzią twórców na konieczność zastosowania systemów oszczędzania energii, przy jednoczesnym przeprowadzeniu kalkulacji opłacalności takiego działania [3]. Coraz częściej w wewnętrznej strefie budynku uwzględnia się przeszklone atria i pasaże. Stosuje się je do naturalnej wentylacji poprzeczno-wyporowej (ryc. 1). Ogrzane powietrze w górnej przestrzeni atrialnej zostaje wyprowadzone przez otwory cyrkulacyjne w części dachowej. Powstaje podciśnienie, które powoduje zasysanie powietrza z dolnej części budynku. Ruch powietrza ku górze sprawia, że świeże powietrze przedostaje się z zewnątrz do środka [5]. Prawidłowe funkcjonowanie takiego modelu zależy od wielu czynników: geometrii świetlika dachowego, wysokości atrium i jego smukłości, wielkości powierzchniowej otworów cyrkulacyjnych, siły i kierunku wiatru. W zbyt wysokich atriach na przykład może występować od pewnego poziomu zaleganie ciepłych mas powietrza.

Na początku lat 80. XX w. powstał w Wielkiej Brytanii obiekt o funkcji biurowca – Gateway 2 (Wiggins Teape) w Basingstoke, wg projektu pracowni Arup Associates. Architekci zaproponowali wnętrza wentylowane i doświetlone naturalnie. Zastosowaną formę

przeszklonego atrium chętnie później naśladowano, lecz przeważnie ze względów estetycznych. Obecnie przekroje poprzeczne świadomie są kształtowane z myślą o stworzeniu bufora cieplnego i skutecznej, naturalnej wentylacji. Przykładem może być szkoła London Academy w Edgware w Wielkiej Brytanii, zbudowana wg projektu pracowni Foster and Partners. Budynek tworzą dwa bloki pomieszczeń oddzielonych atrium. Ręcznie otwierane okna w elewacji i ścianach oddzielających klasy od przestrzeni komunikacyjnej umożliwiają przepływ powietrza. Tam, gdzie występuje duże obciążenie ciepłem, zamontowano system ze zmiennym przepływem czynnika chłodzącego. Mechaniczne systemy wentylacji wyposażono w odzysk ciepła.



Ryc. 1. Schemat wentylacji w budynku z atrium i kominem słonecznym
Fig. 1. Ventilation in the buildings with atrium and solar chimney

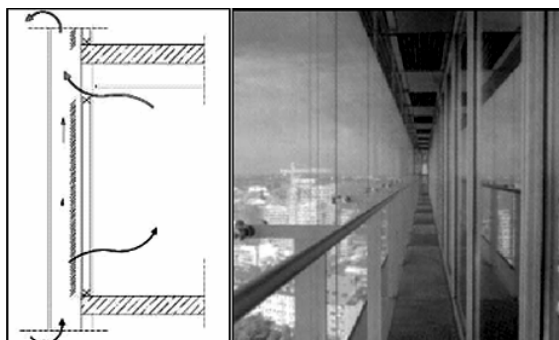
Szczególnym przypadkiem omawianych struktur są obiekty, w których ściany i dach stanowią przeszkloną przegrodę zewnętrzną [2]. W budynkach takich pojawiają się spotęgowane problemy z utrzymaniem właściwych warunków mikroklimatycznych, ponieważ występuje w nich efekt szklarniowy. Powstają jednak obiekty, w których udało się projektantom oprzeć koncepcję na gruntownej analizie relacji budynku z otoczeniem. Odpowiednio wykorzystano w nich efekt szklarniowy oraz światło słoneczne. Przykładem może być budynek Green Building w Londynie, zaprojektowany przez architektów Jana Kaplicky'ego i Amandę Levet we współpracy z inżynierami środowiskowymi [2]. Stanowi on jedną z pierwszych prób stworzenia koncepcji budynku biurowego o zredukowanej potrzebie stosowania klimatyzacji. W centralnej części zaprojektowano atrium wewnętrzne na planie trójkąta, które wznosi się na wysokość wszystkich kondygnacji. Powłokę zewnętrzną tworzy podwójna fasada szklana, odpowiedzialna m.in. za naturalną wentylację wewnątrz. Powietrze przedostaje się do atrium i ogrzane unosi się, zasysając świeże. Napływa ono kanałami wentylacyjnymi w dolnej części budynku. Jednocześnie ogrzane warstwy unoszą się między podwójną elewacją i uchodzą w górnych partiach budynku. W przestrzeni tej powstaje podciśnienie. Kiedy okna biur są otwarte, możliwe jest wyprowadzenie zużytego powietrza i wprowadzenie świeżych mas z atrium. W okresie grzewczym chłodne powietrze, wprowadzane od dołu, zostaje wstępnie podgrzane dzięki odzyskowi ciepła z ogrzanego powietrza wewnętrznego.

Rozwiązania z zastosowaniem kominów słonecznych stanowią nowość we współczesnej architekturze (ryc. 1). Cechą charakterystyczną jest przeznaczenie ich do naturalnej wentylacji waporowej, przy wykorzystaniu ogrzewania energią słoneczną. Wyniesione ponad dach, w górnej partii nagrzewane są przez promieniowanie słoneczne. Powietrze z wnętrza wydostaje się przez otwory cyrkulacyjne w górnej części kominu. W tej części komin jest najczęściej przeszklony, dlatego, dzięki efektowi szklarniowemu, maksymalnie

pozyskuje ciepło z nasłonecznienia. Konstrukcje te projektowane są na obrzeżach budynku, w obrębie elewacji. Częściej jednak projektowane są jako element dzielący bryłę. W tym układzie występuje efektywniejsza praca wentylacji, ale położenie takie może wpłynąć negatywnie na funkcjonalność przestrzeni wewnętrznej. Oryginalne rozwiązanie wprowadzono w budynku biurowym WAT GmbH w Karlsruhe. Czarna ściana komina przecina bryłę budynku wzdłuż dłuższego boku w proporcjach 1:3/2:3. W nocy chłodne powietrze z dołu budynku przedostaje się otworami wentylacyjnymi w obszar przestrzeni komina. Unosi się i następnie napływa do wnętrza przez otwory cyrkulacyjne umieszczone na każdej kondygnacji w dolnej części ściany. W słoneczne dni ciemna barwa sprawia, że komin nagrzewa się, tym samym optymalizuje się jego praca. Zużyte ciepłe powietrze przedostaje się przez otwory cyrkulacyjne umieszczone w górnej części ściany wewnętrznej na każdej kondygnacji i zostaje wyprowadzone na zewnątrz za pośrednictwem komina.

3.2. Rozwiązania przeszklonych fasad wentylowanych

Rozwiązania związane z systemem podwójnego szklenia przegród zewnętrznych są częścią strategii stworzenia „zdrowego” środowiska wewnętrznego. Polegają one na zastosowaniu dwóch zewnętrznych szklanych warstw, odsuniętych od siebie o ok. 25–90 cm, a nawet więcej (ryc. 2) [4]. W tym systemie tradycyjne okna mogą być również zaprojektowane i wówczas są zamontowane w wewnętrznej ścianie, co umożliwia swobodne ich otwieranie bez względu na warunki atmosferyczne i bez niebezpieczeństwa występowania przeciągu. Oszklona warstwa zewnętrzna stanowi m.in. ochronę cieplną w zimie, osłonę przeciwwiatrową, osłonę przed przegrzaniem w lecie, ekran akustyczny i zabezpieczenie przed włamaniem. W systemach otwieranych, czyli przystosowanych do wymiany powietrza wewnętrznego z otoczeniem, w przestrzeni wewnętrznej powietrze jest ogrzewane przez słońce i unoszone do góry. Ciąg powietrza wyprowadza ciepłe, zużyte powietrze z pomieszczeń, zasysając w dolnej części powietrze z zewnątrz. W klasycznych rozwiązaniach chłodne powietrze z przestrzeni międzypowłokowej wprowadzane jest do pomieszczeń przez dolne otwory cyrkulacyjne, a wyprowadzane przez górne [5].



Ryc. 2. Schemat i widok fasady podwójnej
Fig. 2. View of dual glasses façade

Ekonomiczne uzasadnienie stosowania fasad przeszklonych wentylowanych zależy od możliwości uzyskania oszczędności energii. Rozwiązania te mają wadę, która polega na konieczności znalezienia dla nich dodatkowej powierzchni.

Na początku lat 90. zrealizowano w niemieckich budynkach RWE – Tower w Essen, Nürnberg Business Tower, Commerzbank we Frankfurcie pierwsze nowoczesne fasady podwójne. Szczelina między warstwami jest w nich naturalnie wentylowana poprzez nawiewniki w dolnej i górnej części elementu. Fasady zostały zaprojektowane i wykonane w ramowej konstrukcji aluminiowej, w systemie elementowym przygotowanym całkowicie w fabryce.

4. Wnioski

Skala problemu dotyczącego odbudowania właściwych relacji pomiędzy środowiskiem zbudowanym a naturalnym jest w koncepcjach zrównoważonego rozwoju najistotniejsza. Budynek stanowi system elementów wzajemnie powiązanych, które są ważne dla zminimalizowania strat środowiskowych, tworzenia optymalnych warunków życia i racjonalnego gospodarowania zasobami naturalnymi. Należą do niego także rozwiązania dotyczące wentylacji pomieszczeń, wpływające na kształt bryły (uwzględniające wewnętrzne przeszklone atria, pasaże, kominy słoneczne) i obudowę elewacji. Jak wynika z badań, w budynkach, w których zastosowano np. wentylację naturalną w układzie hybrydowym zaoszczędzono 20–30% całkowitego zużycia energii. Ponieważ rozwiązania wentylacji naturalnej i hybrydowej nie zawsze są w stanie zapewnić pożądane warunki, takie jak osiąga pełna klimatyzacja, zaleca się stosowanie tych układów w obiektach biurowych i szkolnych, pomijając laboratoria, szpitale i niektóre zakłady przemysłowe.

Realizowane masowo w latach 70. i 80. obiekty w pełni klimatyzowane, z wnętrzami sztucznie doświetlonymi przez większą część dnia, okazały się energochłonne i niekorzystne dla zdrowia człowieka. Możliwość otwierania okien jest jedną z najczęściej podkreślanych potrzeb użytkownika. Elementem kluczowym dla takiego modelu jest przegroda zewnętrzna, która nie powinna funkcjonować jako szczelna warstwa. Rozwiązaniem jest koncepcja zakładająca większy niż dotychczas stopień integracji elewacji ze strukturą budynku, powierzając jej dodatkowe funkcje.

Literatura

- [1] Niezabitowska E., *Budynek inteligentny*, t. I, *Potrzeby użytkownika a standard budynku inteligentnego*, Gliwice 2005.
- [2] Marchwiński J., *Budynki wielkoskalarne jako struktury szklarniowe*, Świat Szkła, 12/2006.
- [3] Bielek M., Bielek B., *Designing the intelligent facade elements and facade structures with utilization of natura physical phenomena*, Międzynarodowe Seminarium ENER-GODOM 2006, Kraków 2006.
- [4] Celadyn W., *Przegrody przeszklone w architekturze energooszczędnej*, Wyd. Politechniki Krakowskiej, Kraków 2004.
- [5] Garbalińska H., *Fasada „SOL-SKIN®” jako główny element koncepcyjny niskoenergetycznego inteligentnego budynku biurowego*, VII Ogólnopolska Konferencja ENER-GODOM 2004, Kraków–Zakopane 2004.