

Funkcje przeszklonych fasad wentylowanych

Dr inż. arch. Maria Jaworska-Michałowska, Politechnika Krakowska

1. Wprowadzenie

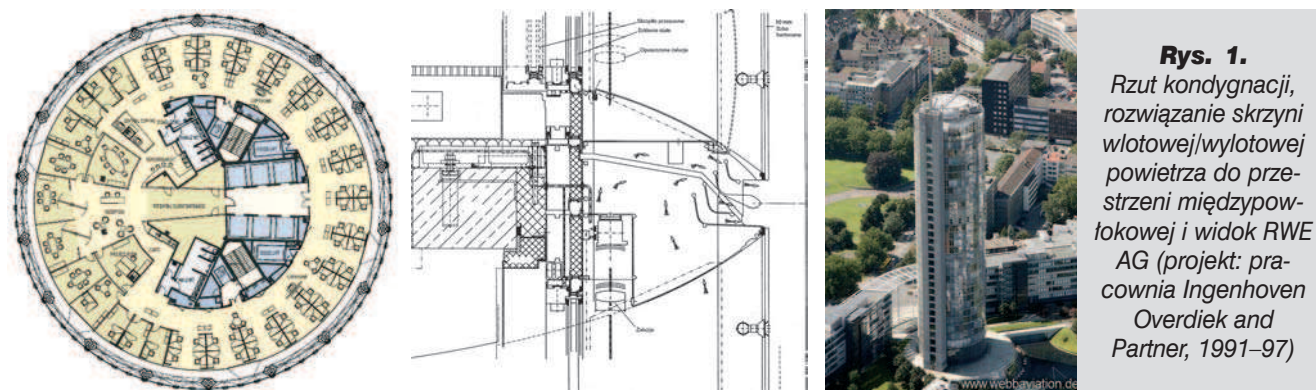
Od połowy lat 80., ze względu na obniżenie kosztów eksploatacyjnych, rozwiązania dupowłokowych fasad stawały się coraz popularniejsze. Współcześnie są realizowane w wielu obiektach, głównie biurowych. Projektowanie tzw. podwójnych fasad wentylowanych polega na uwzględnieniu dwóch zewnętrznych szklanych warstw odsuniętych od siebie w odległości od ok. 25 cm do ok. 90 cm, a nawet więcej [1]. Przed własną powłoką budynku zaprojektowana druga szklana fasada jest zastosowana z powodu polepszenia różnorodnych funkcji i fizycznych właściwości. Rozwiązanie umożliwia naturalną wymianę powietrza, ochronę przed nadmiernym promieniowaniem słonecznym i hałasem. Ciepło z absorbowanego słonecznego promieniowania uwalnia się w międzyprzestrzeni elewacji i dochodzi do kominowego efektu. Powietrze wznosi się i odprowadza nadmiar ciepła. Dwupowłokowe fasady obniżają również straty ciepła. Struktura elewacji zmniejsza szybkość powietrza, a podwyższona temperatura w międzyprzestrzeni ogranicza transmisję ciepła na powierzchnię szkła. Istotnym celem projektów dwupowłokowych fasad jest także umożliwienie otwierania okien w wewnętrznej warstwie. W zimie podwójne fasady tworzą buforową strefę, która obniża straty ciepła i umożliwia pasywne ciepłe zyski z promieniowania słonecznego. Na wewnętrznej stronie szkła utrzymuje się wyż-

sza powierzchniowa temperatura, co oznacza, że przestrzeń w pobliżu wewnętrznej „skóry” może być lepiej wykorzystana przez użytkownika z powodu polepszenia cieplnych warunków. Ważnym zadaniem „podwójnej skóry” jest również koncepcja letniego chłodzenia. Stwarza ona możliwość nocnego wychładzania zakumulowanego ciepła w masywnej konstrukcji budynku, przy jednoczesnej ochronie przeciwdeszczowej. Poprzez możliwość otwierania okien w wewnętrznej powłoce dochodzi do nocnego wietrzenia [2]. Konstrukcja dwupowłokowej fasady umożliwia użycie przeciwslonecznej ochrony, która jest w międzyprzestrzeni chroniona przed działaniem wiatru i zanieczyszczeniem. Wspólnym znakiem systemu dupowłokowych fasad wentylowanych jest różnorodność funkcjonalnych właściwości fasady zależna od tego, czy międzyprzestrzeń rozdzielona jest w horyzontalnym czy wertykalnym kierunku lub w obu kierunkach. W przypadku, gdy otwory nawiewne i wywiewne umieszczone są na poziomie każdego piętra, można oczekiwać niższej intensywności ogrzewanego powietrza, zatem najskuteczniejszej naturalnej wentylacji. Z tego powodu, międzyprzestrzeń fasady zazwyczaj jest rozdzielona horyzontalnie do odcinka na wysokości piętra. Realizowane są również budynki z międzyprzestrzenią ciągnącą się na całą wysokość fasady lub obiektu, w których jest aplikowana kombinacja obu systemów. Ponieważ ciepło podczas wznosze-

nia się powietrza podwyższa się, wpływa to na ograniczenie wysokości międzyprzestrzeni do kilku pięter, ze względu na przepisy przeciwpożarowe. W takim rozwiązaniu również przeciwakustyczna izolacja jest skuteczniejsza, ponieważ nie dochodzi do pogłosów. W zależności od przyjętej koncepcji architektonicznej, poszczególne podwójne przegrody posiadają odmienną budowę. W elewacjach podwójnych jednorodnych ściana wewnętrzna może być przeszklona lub pełna z tradycyjnymi oknami, co umożliwi ich otwieranie, bez względu na warunki atmosferyczne. Stosuje się również koncepcje niejednorodne. Należą do nich: zdwojone okna, czyli dodatkowe szklenie licujące z płaszczyzną ściany zewnętrznej lub umieszczone przed nią, element otaczający – dodatkowe przeszklecie pokrywające cały obwód budynku lub jego część i obudowa – przeszklecie pokrywające cały obiekt. Rozwiązania te uwzględniane są w termomodernizacji obiektów historycznych [4]. Koncepcje dwupowłokowych fasad umożliwiają unowocześnienie obiektów biurowych wznoszonych w latach 60. i 70. XX wieku, wykonanych głównie w konstrukcji szkieletowej.

2. Przykłady realizacji

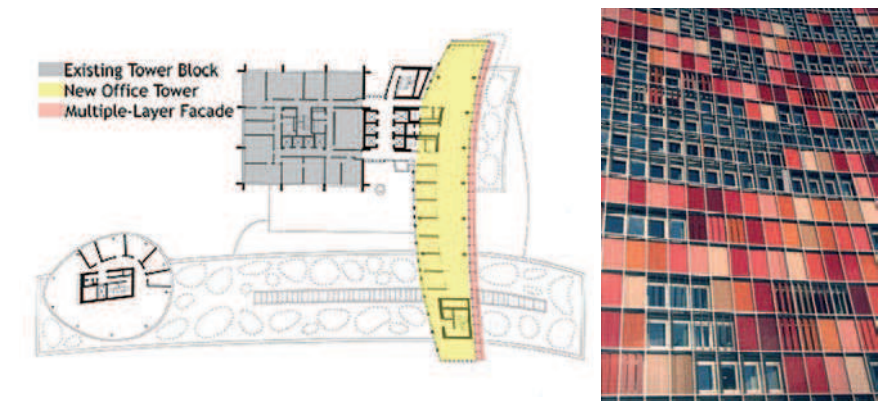
W przypadku, kiedy wentylacyjne (cyrkulacyjne) otwory umieszczone są na poziomie każdego piętra, można oczekiwać najniższej intensywności ogrzewania powietrza i przez to najskutecz-



niejszej naturalnej wentylacji. W takich koncepcjach międzyprze-
strzeń fasady jest rozdzielona
horyzontalnie na wysokości piętra.
Omawiane rozwiązanie zastosowa-
no np. w obiektach: Düsseldorf
Stadtter in Düsseldorf (pro-
jekt: atelier Petzink Pink und
Partner, 1991-97) i Commerzbank
we Frankfurcie nad Menem (pro-
jekt: atelier Foster and Partners,
1991-97). Przykładem realiza-
cji jest również fasada 31-pię-
trowego budynku dyrekcji RWE
AG w Essen (Niemcy), zaprojek-
towanego na rzucie koła przez
pracownię Ingenhoven Overdiek
and Partner w latach 1991-97
(rys. 1) [6]. Biurowe pomieszcze-
nia zorganizowano wzdłuż fasady.
Dwupowłokowa fasada jest wyko-
nana z prefabrykowanych modu-
łów o wymiarach 1,97 x 3,59 m, za-
montowanych na wszystkich pię-
trach. Wewnętrzna ściana jest wy-
posażona w horyzontalnie prze-
suwne drzwi. Drzwi można otwie-
rać ze względu na bezpieczeństwo
na szerokość 13,5 cm. W celu wyko-

nia konserwacji mogą zostać
całkowicie otwarte. Żaluzje zamon-
towane w celu regulacji natężenia
promieniowania słonecznego są
umieszczone w międzypłaszczyz-
niach fasady, która ma szerokość 50 cm.
Międzyprześcien jest wietrzona
za pośrednictwem wentylacyjnych
otworów uwzględnionych przed
każdą płytą stropową. Elementy te,
o stożkowatym kształcie, zwane są
potocznie „rybimi ustami” i tworzą
pas szczelin wentylacyjnych, wyso-
ki na 15 cm. Każde dwie sąsied-
nie międzyprześcien wybudowa-
ne są jako jedna samodzielna
część, co gwarantuje nieprze-
stawianie się „zużytego” powietrza
do poszczególnych jednostek.
W jednym module fasady znajdują
się otwory na dole (wpuszczające
powietrze) i u góry (wypuszczające
powietrze) [6].
Projektowane są również obiekty,
w których międzyprześcien zosta-
ła zorganizowana na całej wyso-
kości obiektu. Taka koncepcja
uwzględniona została np. w budyn-
ku Post Tower w Bonn (projekt:

atelier Murphy/Jahn Architects,
2003) [6]. Rozwiązania te mają
techniczny problem, który pole-
ga na tym, że ogrzane powietrze,
które się wznosi w międzypre-
strzeni, może zostać wpuszczo-
ne otwierającymi oknami do przy-
ległych pomieszczeń w górnej
partii budynku. W celu uniknięcia
takiego zjawiska, projektuje się
najczęściej międzyprześcien jako
szyb, który służy do wprowadzenia
świeżego powietrza lub wypuszczenia
zużytego. Przykładem takiej
koncepcji jest opracowana
przez atelier Sauerbruch Huston
Architects dwupowłokowa fasada
budynku dyrekcji GSW w Berlinie
budowanego w latach 1995-99,
z międzyprześcienią przeznaczo-
ną dla wypuszczenia powietrza
(rys. 2). Fasada zaprojektowana
została po zachodniej stronie tego
19-piętrowego obiektu. Wewnątrz
„skóra” składała się z prefabryko-
wanego modułu o wymiarze 1,8
x 1,9 m, z oknami, które otwiera-
ją się automatycznie. Konstrukcję
zewnętrznej fasady tworzy raster
z horyzontalnych i wertykalnych
elementów stalowych, które są
oszlone taflami szkła bezpiecznego
o gr. 10 mm. Konstrukcja zosta-
ła zintegrowana z otwieranymi
wertykalnymi lamelami przeciw-
słonecznymi o wymiarze 0,6 x 2,9 m,
wykonanymi z aluminiowej blachy
o dziewięciu odcieniach koloru
czerwonego. Powietrze wznosiło
się w międzyprestrzeni zachod-
niej fasady, dlatego na poziomie
niższych pięter powstawało niskie
ciśnienie. Gdy okna zostały otwie-
rte, zużyte powietrze wypuszczano



Rys. 2. Rzut budynku GSW i widok elewacji (projekt: Sauerbruch Huston Architects, 1995-99)



Rys. 3. Elewacja kompleksu budynków Photonikzentrum (projekt: atelier Sauerbruch Hutton Architects, 1995–98)

z przestrzeni biurowej do międzyprzestrzeni zachodniej elewacji. Świeże powietrze było dostarczone otwieranymi oknami we wschodniej fasadzie. Po roku 1992, projektanci uwzględnili po wschodniej stronie, zamiast korytarza, również biura. Wykonano wówczas dwupowłokową fasadę z oknami otwieranymi w wewnętrznej ścianie.

Tzw. rozwiązania szybowe powstają w wyniku połączenia projektu fasady z międzyprzestrznią na całej wysokości budynku i dwupowłokowej elewacji z międzyprzestrznią horyzontalnie dzieloną. Rozwiązanie takie zastosowano np. w budynku ARAG Versicherung w Düsseldorfie (projekt: atelier Architekten RKW Rohde Kellermann Wawrowsky und Partner we współpracy z atelier Foster and Partners, 1994–99). Międzyprzestrzeń tworzy na całej wysokości budowy komin dla wyprowadzenia zuży-

tego powietrza. Po obu stronach wertykalnego szybu uwzględniana jest międzyprzestrzeń dzielona na wysokość piętra, „podłączona” za pomocą otworów (z ang. overflow openings). Ogrzane, zużyte powietrze przedostaje się z międzyprzestrzeni o wysokości piętra do centralnego szybu, w którym unosi się do góry. W miejscu zakończenia dachu jest wypuszczane na zewnątrz. Gdy na zewnątrz ciśnienie powietrza jest niskie, naturalne wietrzenie budynku jest zabezpieczone powietrzem doprowadzanym do szybu. Przykładem takiego rozwiązania jest elewacja kompleksu budynków Photonikzentrum w Berlinie (projekt: atelier Sauerbruch Hutton Architects, 1995–98) (rys. 3). Badawcze centrum składa się z dwóch obiektów o kształcie ameby. Wyższy budynek ma elewację zaprojektowaną zgodnie z omawianym rozwiązaniem. Konstrukcja elementów wykonana została z prefabrykowanych podwójnych słupów z barwionego betonu. Dwa słupy tworzą szyb o szerokości 0,75 m w celu odprowadzenia zużytego powietrza. Na prawo i lewo od szybu znajduje się międzyprzestrzeń szeroka na 1,5 m i wysoka na jedno piętro, która jest zespolona z szybami za pomocą odprowadzającego otworu. Dla wentylacji wewnętrznej przestrzeni służą ręcznie otwierane przesuwane okna. Ogrzane i zużyte powietrze z biur jest wypuszczane przez otwory do szybów. Następnie

zostaje wypuszczone na zewnątrz, na poziomie dachu. Bezpośrednio za zewnętrzną powłoką fasady są umieszczone wielobarwne, aluminiowe żaluzje.

Zimowe ogrody i pasáže można sobie wyobrazić również jako koncepcje dwupowłokowych fasad z bardzo głęboką międzyprzestrznią. W takich rozwiązaniach wytwarza się bowiem strefa buforowa, która zmniejsza straty ciepła i pozyskuje ciepło z promieniowania słonecznego. Element ten umożliwi również naturalną wentylację. Zimowe ogrody występują na wysokości formy np. w obiekcie Werbeagentur Thomson we Frankfurcie nad Menem (projekt: Schneider + Schumacher, 1992–95) (rys. 4). Projekt został opracowany na zasadzie „set of shelves” [5]. Rozwiązania „shelves” są piętrami, przed którymi uwzględniono ogrody, ciągnące się przez całą wysokość budynku. W przestrzeni tej przewidziano również funkcję komunikacyjną. Ponieważ element ten zorientowano w kierunku północnym, nie istnieje problem z przegrzewaniem się wnętrza. W czasie chłodniejszej pory do ogrodu przenika powietrze z biur, które ogrzewa przeszkloną przestrzeń. W lecie wytwarza się naturalna wentylacja w konsekwencji otwierania otworów cyrkulacyjnych na poziomie podłogi i dachu. Oszklenie jest zaprojektowane z tafli izolacyjnego szkła o rozmiarze 1,8 x 3,4 m. Jednostka złożona jest z zewnętrznej warstwy hartowanego szkła o grubości 15 mm, międzyprzestrzeni o szerokości 20 mm i wewnętrznej tafli bezpiecznego szkła o szerokości 6 mm. Poszczególne tafle przymocowane są do konstrukcji za pomocą systemu tzw. spiderów.



Rys. 4. Elewacja i wnętrze ogrodu z komunikacją w obiekcie Werbeagentur Thomson we Frankfurcie nad Menem (projekt: Schneider + Schumacher, 1992–95)



3. Przykłady obiektów zrealizowanych w Polsce

Otwarta siedziba Ambasady Wielkiej Brytanii w Warszawie powstała w trzypiętrowym budynku przeszklonym podwójną fasadą (pro-

jekt: Architects and design team leader, Tony Fretton Architects, 2009). Autorzy zaproponowali wiele energooszczędnych rozwiązań. Zastosowanie podwójnej powłoki stanowi barierę ochronną podczas ostrych zim i upalnych miesięcy letnich. W części południowej, zachodniej oraz od wschodu, zewnętrzna elewacja jest umieszczona w odległości jednego metra za warstwą wewnętrzną. Mechaniczne żaluzje umieszczone u góry i dołu międzyprzestrzeni są zamykane zimą w celu zatrzymania ciepła, natomiast latem mogą być otwierane dla ochłodzenia budynku. System ogrzewania i chłodzenia obiektu jest zmienny i dostosowuje się do temperatury panującej na zewnątrz. Powyższe rozwiązania w znaczący sposób redukują poziom zużycia energii w budynku [7].

Przykładem udanej realizacji jest również czterokondygnacyjny budynek administracyjny firmy Grupa Skalski, będący jej krakowską siedzibą (projekt: Atelier Loegler, 2008). Obiekt posiada powierzchnię 810,78 m². Zastosowana dwupowłokowa powłoka składa się z profili aluminiowych i szkła. Została wykonana w systemie fasadowym (powłoka zewnętrzna) oraz w systemie okiennym (powłoka wewnętrzna). Na czterech kondygnacjach zaprojektowano 18 pomieszczeń administracyjnych. Zarówno w tych pomieszczeniach, jak i całym budynku zastosowano zaawansowany system klimatyzacji, wentylacji i ogrzewania, wykorzystujący ciepło ziemi poprzez wymiennik gruntowy. Automatycznie otwierane okna umożliwia nocne wietrzenie wnętrza.

4. Podsumowanie

Zasadność rozwiązań podwójnych fasad wentylowanych wiąże się przede wszystkim z procesami fizycznymi zachodzącymi w budynku, uwzględnianymi w celu osiągnięcia lepszej wentylacji, ochrony cieplnej i akustycznej.

Energochłonność budynku może zostać zmniejszona m.in. poprzez zastosowanie rozwiązań podwójnych fasad wentylowanych i uwzględnienie strategii pasywnego chłodzenia z wykorzystaniem masy termicznej i elementów ochrony przeciwsłonecznej. W budynkach wysokich „druga skóra” pozwala na zamontowanie otwieranych okien, a w niższych, przede wszystkim chroni od hałasu. Efektywność rozwiązań uzależniona jest od zastosowania mechanicznych systemów współdziałających z systemami pasywnymi. W porównaniu do jednopowłokowych fasad, rozwiązania te mają polepszone właściwości przeciwakustyczne i cieplne, a także umożliwiają naturalną wentylację wnętrza. Dostarczają w lecie zacienienia. Projektanci we wstępnej koncepcji powinni optymalnie ustalić m.in. geometrię obiektu, proporcje powierzchni zewnętrznej do kubatury, orientację względem słońca i wiatru, strefowanie termiczne pomieszczeń, a także odpowiednie zagospodarowanie terenu [5]. Dla np. klimatu chłodnego i kontynentalnego, długi i wąski rzut jest bardziej efektywny od kwadratowego. Głęboki trakt przedzielony atrium może pochłaniać wyższe nakłady inwestycyjne, ale w dłuższym przedziale czasowym przyniesie wyższe zyski. W fasadach dwupowłokowych wysoką jakość estetyczną uzyskuje się przez wrazenie trójwymiarowości. Efekt wizualny polega na zacieraniu się konturów narożników. Ujęcie buforowych stref może zostać zrealizowane również w projektach uwzględniających zimowe ogrody.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Celadyn W., Przegrody przeszklone w architekturze energooszczędnej. Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Kraków 2004
- [2] Bielek M., Bielek B., Designing the intelligent facade elements and facade structures with utilization of natura physical phenomena, Międzynarodowe Seminarium Energodom 2006, Kraków 2006, [w:]

Czasopismo Techniczne z. 5-B/2006
[3] Bielek M., Bielek B., Aerodynamická kvantifikácia budovy pre určenie prietoku vzduchu a energetického režimu prirodzeného fyzikálneho medzipriestoru, opublikowanym w materiałach konferencyjnych 7th International Conference, Budova & Energia 7, Stavebná fakulta Technickej Univerzity v Košicach a Slovenská Komora Stavebných Inžinierov, Podbanské, 2007

[4] Jaworska-Michałowska M., Addycja aktywnych energetycznie elementów w budynkach historycznych – aspekt architektoniczny, II Konferencja Solina 2008, Energia odnawialna, innowacyjne rozwiązania materiały i technologie dla budownictwa, Solina, 2008, [w:] Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Budownictwo i Inżynieria Środowiska z. 47, Rzeszów 2008

[5] Jaworska-Michałowska M., Elevation and nature as spaces of mutual closeness, Międzynarodowa Konferencja Solpol 2008, Renewable energy innovative technologies and new ideas, Politechnika Warszawska, Warszawa, 2008

[6] Jones D. L., Architecture and the environment. Bioclimatic building design, Laurence King Publishing, London 1998.

[7] Stiasny G., Ambasada Wielkiej Brytanii w Warszawie, Architektura-murator, nr 12, 2009

Producent oferuje:
Tablice informacyjne
Tablice informacyjno-reklamowe
Dzienniki budowy

MójdoMplus
43-400 Cieszyń ul. Gen. J. Hallera 141c
tel. (33) 85 212 87, tel./fax (33) 85 206 77, tel. kom. 0602 392 052
e-mail: siasista@pro.onet.pl
www.tablicebudowlane.com.pl www.dziennikibudowy.com.pl