

Aleksander TYMIŃSKI

Polski Związek Pracodawców - Producentów Osłon Przeciwsłonecznych i Bram; Somfy Sp. z o.o.

FASADA BIOKLIMATYCZNA - ZBĘDNY WYDATEK CZY KONIECZNOŚĆ?

Artykuł porusza kwestie kontroli światła i ciepła naturalnego oraz ich przepływów przez fasady budynków. Przedstawione są postulaty ochrony wnętrz budynków przed przegrzewaniem za pomocą technologii pasywnych, co prowadzi do ograniczenia zużycia energii przy jednoczesnym zapewnieniu komfortu dla osób przebywających w budynku.

Słowa kluczowe: osłony przeciwsłoneczne, fasada, rolety, żaluzje, sterowanie i automatyka

WPROWADZENIE

Czasy, w których żyjemy, cechują się coraz szybszym postępem technologicznym. Rzutuje to również na filozofię projektowania i modernizowania budynków, które to zadania stają się procesem coraz bardziej złożonym. Zmiany klimatyczne i konieczność redukcji emisji CO₂, jak też zmiany prawne i rosnąca świadomość użytkowników budynków kreują nowe wyzwania, które istotnie wpływają na ustalone sposoby i metody działania w branży budowlanej. By im sprostać, specjaliści z branży muszą w swej codziennej pracy uwzględniać dwa istotne zagadnienia: jak poprawić charakterystykę energetyczną budynku i jednocześnie, jak zapewnić użytkownikom budynków maksimum komfortu.

1. FASADA BIOKLIMATYCZNA

Uwzględnienie w projektowaniu zasad architektury bioklimatycznej to sprawdzony i efektywny sposób osiągnięcia obydwu tych celów. Czym jest fasada bioklimatyczna i co w ogóle oznacza słowo bioklimatyczny? Odpowiadając na te pytania, możemy zdefiniować „bioklimatyczne” podejście do projektowania, które w istocie jest szczególnym przypadkiem całościowego, zrównoważonego podejścia do tworzenia budynków. Podejście takie z jednej strony uwzględnia ogół uwarunkowań oddziałujących na budynek z zewnątrz (takich jak warunki pogodowe, położenie budynku, jego orientację, obecność drzew, roślinności, zbiorników wodnych, innych budynków dookoła itp., umownie nazywając je „klimatem”), z drugiej zaś strony bierze pod uwagę obecność i potrzeby użytkowników budynku - symbolicznie „bios”, czyli życie. Projektowanie takie oznacza rozsądne wykorzy-

stanie ogółu czynników zewnętrznych („klimatu”) i działanie wspólnie z nimi, a nie przeciwko nim, dla zaspokojenia zmieniających się w czasie potrzeb użytkowników („bios”). Nie możemy zapominać, że cały proces projektowania w swym celu zmierza do zapewnienia człowiekowi przebywającemu w budynku optymalnych warunków bytowania i pracy. Nie projektujemy budynków jedynie po to, żeby były tylko energooszczędne - owszem, to też - ale przede wszystkim po to, by ludzie czuli się w nich dobrze. A dobre samopoczucie oznacza komfort wizualny, termiczny, akustyczny i wreszcie odpowiednią jakość powietrza (wilgotność, stężenie CO₂). Fasada, będąca punktem styku między „klimatem” a „bios”, jest też miejscem, gdzie zachodzi znaczna część wymiany energetycznej między budynkiem a otoczeniem i dlatego jest kluczowa w tym zagadnieniu. Zwłaszcza okna i przegrody szklane są w tym kontekście szczególnie istotne, albowiem współczynnik strat ciepła U dla ścian i okien cały czas pozostają przeciętnie w stosunku 1:2÷1:4. Fasada bioklimatyczna mądrze i inteligentnie łączy otoczenie budynku z potrzebami osób w nim przebywających. Jej znaczenie w projektowaniu nowoczesnych, energetycznie sprawnych budynków jest fundamentalne.

2. WSPÓŁCZYNNIKI U ORAZ g

Przepływ ciepła przez fasady charakteryzują dwa współczynniki. Po pierwsze, współczynnik przenikania ciepła U w W/(m²·K), wyrażający ilość energii przepływającej przez m² przegrody w jednostce czasu przy występowaniu różnicy temperatur po obu jej stronach, czyli wskazujący, jak dużo traci się jej przez daną fasadę. Równie ważny jest współczynnik przepuszczalności całkowitej energii promieniowania słonecznego g, który obrazuje, ile energii słońca przedostaje się przez daną przegrodę. W powszechnej świadomości wielu osób jest już dążenie do stosowania w przegrodach i fasadach materiałów i produktów o jak najniższym współczynniku U, natomiast o wadze współczynnika g często się zapomina. Wymagania odnośnie do obu tych współczynników są zawarte w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (z późniejszymi zmianami w DzU z 2008, Nr 201, poz. 1238), w załączniku 2. O ile wartości współczynnika U określone są w kilku tabelach w zależności od rodzaju okna i miejsca jego montażu oraz od rodzaju budynku, w jakim są zamontowane, o tyle współczynnik g określają następujące zależności:

- współczynnik przepuszczalności energii całkowitej okna oraz przegród szklanych i przezroczystych g_c, liczony według wzoru:

$$g_c = f_c \cdot g_G \leq 0,5$$

gdzie:

g_G - współczynnik przepuszczalności energii całkowitej dla rodzaju oszklenia,

f_c - współczynnik korekcyjny redukcji promieniowania ze względu na zastosowane urządzenia przeciwsłoneczne,

- dla okien oraz przegród szklanych i przezroczystych, których udział f_G w powierzchni ściany jest większy niż 50% powierzchni ściany, należy spełnić poniższą zależność:

$$g_c \cdot f_G \leq 0,25$$

gdzie:

f_G - udział powierzchni okien oraz przegród szklanych i przezroczystych w powierzchni ściany.

3. DYNAMICZNA IZOLACJA

Rosnąca świadomość inwestorów, projektantów i wykonawców owocuje projektowaniem coraz efektywniejszych i oszczędniejszych budynków, jednak wciąż nie jest to, niestety, regułą, poza tym cały czas spotkać można pewne błędy projektowe (powodowane często działaniem w dobrej wierze, ale bez rzetelnej wiedzy i znajomości nowoczesnych rozwiązań), które w konsekwencji obciążają budżet inwestora i/lub osób później użytkujących budynek. Przykładem tego mogą być modne obecnie budynki z dużymi przeszkleniami na fasadach lub całymi szklanymi fasadami, które potem przy braku starannie dobranego, a przez to też często drogiego szkła narażone są na intensywne przenikanie energii słonecznej do wnętrza budynku. Projektanci przeciwdziałają temu, stosując np. drogie okna wysokoizolacyjne i wyposażając budynki w rozbudowane systemy wentylacyjno-klimatyzacyjne, czasem przewymiarowane. Czy jednak takie działanie jest w pełni racjonalnie uzasadnione?

Dalej, popularny obecnie termin „termomodernizacja” kojarzy się głównie z działaniami ukierunkowanymi na poprawę izolacyjności budynku pod kątem strat ciepła w czasie, gdy w budynku jest wyższa temperatura niż na zewnątrz (okres jesienno-zimowy). Dokonuje się więc wymiany okien na bardziej izolacyjne (często zapominając, że kluczową sprawą, oprócz samego okna, jest technologia i jakość montażu, które w przypadku błędów mogą zniweczyć cały efekt wymiany!), dociepla się ściany, stosuje wentylację z odzyskiem ciepła itd. Są to działania słuszne, jednak czy wyczerpują zagadnienie? Zabezpieczamy budynek przed wychłodzeniem zimą, ale czy myślimy o ochronie przed przegrzaniem latem? Czy zakup wentylatora lub klimatyzatora nie wyczerpuje naszych działań w tym zakresie? Zabezpieczenie budynku przed przegrzaniem w okresie wiosny i lata powinno być integralnym składnikiem koncepcji każdej termomodernizacji! Co więcej, specjaliści z branży mówią jasno: pierwszym etapem w projektowaniu systemu wentylacji i klimatyzacji powinno być dobranie rodzaju osłon przeciwsłonecznych w budynku, tak by potem w obliczeniach uwzględnić efekt ich oddziaływania.

Aby lepiej odpowiedzieć na postawione wcześniej pytania, przypomnijmy sobie, jakie są uwarunkowania klimatyczne w Polsce, jeśli chodzi o energię słoneczną. Mianowicie:

1. Średnia ilość godzin nasłonecznienia dla Polski wynosi około $4,5 \div 5$ godzin na dobę (około 1700 godzin rocznie).
2. Średnia moc promieniowania słonecznego dla Polski to ok. $600 \div 800 \text{ W/m}^2$.
3. Średnia energia, która dociera do metra kwadratowego powierzchni gruntu, to ok. $1000 \div 1400 \text{ kWh}$ rocznie.

Projektowanie bioklimatyczne zakłada elastyczność podejścia. Rozumiemy już, że są okresy, w których energia słoneczna jest przydatna i potrzebna (okres jesienno-zimowy), i są takie, w których jej nadmiar jest niepożądany (okres letni). Naturalnym więc wnioskiem jest nadanie fasadzie cech dynamicznych, tak by optymalnie i inteligentnie wykorzystać warunki zewnętrzne. Jak to osiągnąć? Kluczem jest zastosowanie zautomatyzowanych osłon przeciwsłonecznych, w szczególności zewnętrznych. Prowadzi to do osiągnięcia pokaźnych zysków finansowych w obiektach, gdzie zastosowana jest klimatyzacja, redukujemy bowiem zarówno moc samego systemu klimatyzacji (czyli obniżamy koszt zakupu), jak też zmniejszamy zużycie energii elektrycznej zużywanej w trakcie eksploatacji budynku przez klimatyzację do zapewnienia optymalnej temperatury. Okna wyposażone w zautomatyzowane osłony zewnętrzne powstrzymują przenikanie nadmiaru promieni słonecznych do środka i stabilizują wymianę ciepłą, zgodnie z potrzebami użytkowników budynku. Fasada wyposażona w inteligentny system zarządzania osłonami pozwala precyzyjnie kontrolować proces wymiany ciepłej przez przeszklenia budynku, dając nam wpływ na to, jak ciepło słoneczne przenika do wnętrza i jak opuszcza budynek. Osłony przeciwsłoneczne sterowane automatycznie pomagają utrzymać latem chłodne wnętrze budynku, a zimą wykorzystać ciepło słoneczne do jego dogrzania, opuszczane zaś na noc zwiększają izolacyjność zestawu okno - osłona.

Jak zatem działa dynamiczna izolacja? Położenie automatycznie sterowanych osłon słonecznych jest regulowane (podnoszone) w zależności od zmian warunków pogodowych i potrzeb użytkowników budynku. Osłony reagują na sygnały z czujników pogodowych (głównie nasłonecznienie, ale też opady, temperatura, wiatr, by zabezpieczyć osłony zewnętrzne przed uszkodzeniem w razie wystąpienia niekorzystnych zjawisk typu np. wichura) lub sygnały ze sterownika systemu (algorytmy dla zapewnienia komfortu), biorąc pod uwagę godziny użytkowania budynku lub wykrywając obecność użytkowników w pomieszczeniach.

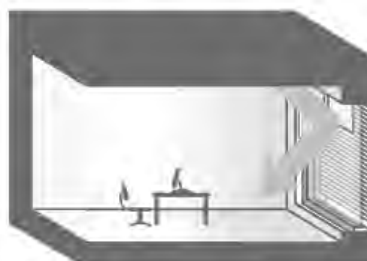
Latem wnętrze budynku najlepiej chronione jest za pomocą zewnętrznych osłon słonecznych. Nadmiar energii odbijany jest na zewnątrz budynku, tak by temperatura w środku pomieszczenia pozostała na niskim poziomie. Łączny współczynnik absorpcji energii słonecznej (g) okna wraz z osłoną jest zmienny (z osłonami niski, nawet rzędu 10%) i powinien być tak dobrany dla danej chwili, by zapewnić zmniejszenie zużycia energii oraz komfort użytkowników. Dzięki dynamicznej izolacji użytkownicy nie odczuwają już nieprzyjemnych wzrostów temperatury w związku z nagraniem pomieszczenia, a system pozwala na nieograniczone korzystanie ze światła naturalnego, wykluczając jego nadmiar (w dni pochmurne osłony podniesione, a w słoneczne opuszczone i ustawione tak, że do wnętrza tra-

fia tylko światło odbite, a nie bezpośrednio padające promienie słoneczne). Współczynnik g powinien być jak najniższy.

Tryb letni



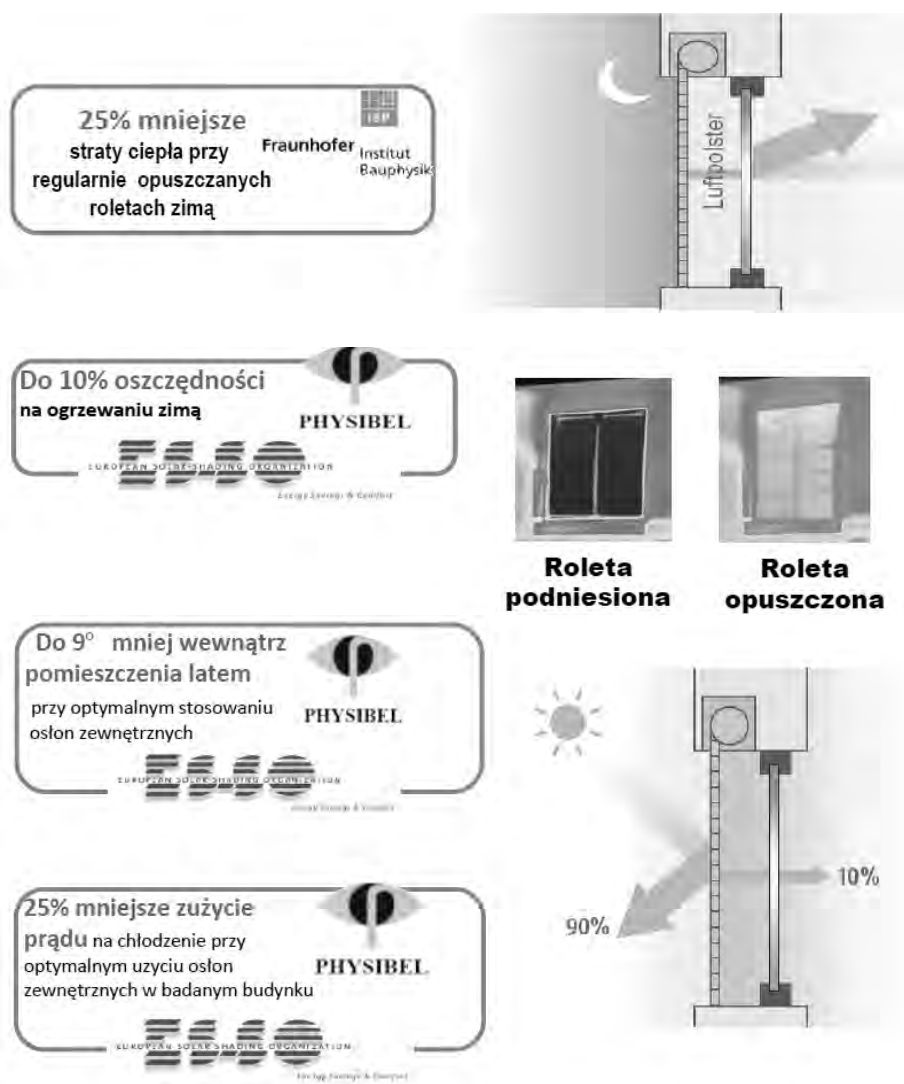
Tryb zimowy



Zimą w czasie dnia ciepło może być akumulowane wewnątrz budynku: osłony słoneczne są podniesione, gdy występuje nasłonecznienie, a w pomieszczeniu nie ma użytkowników. Wieczorem, gdy spada nasłonecznienie i temperatura na zewnątrz, ciepło utrzymywane jest wewnątrz budynku: osłony słoneczne są opuszczane dla zwiększenia izolacji cieplnej. Łączny współczynnik przenikania ciepła U dla okna z osłoną powinien być jak najniższy, a g jak najwyższy.

W Niemczech, gdzie stosowanie osłon przeciwsłonecznych jest bardzo popularne, przeprowadzono badania, wyposażając 2 okna w standardowe, aluminiowe zautomatyzowane rolety zewnętrzne. Zwróćmy uwagę na wyniki, widzimy wyraźnie, jak istotny wpływ na U oraz g ma zastosowanie rolety i na czym polega dynamika: dopasowujemy te parametry do aktualnej sytuacji na zewnątrz budynku i potrzeb użytkowników.





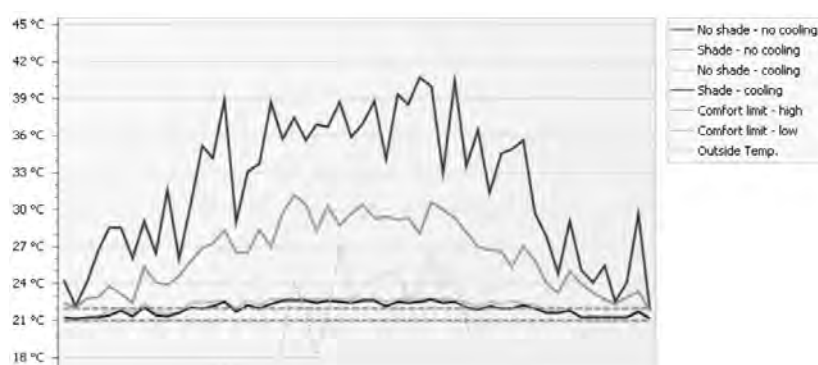
4. SYMULACJA DLA POMIESZCZENIA TYPU „OPEN SPACE”

Przyjrzyjmy się teraz wynikom symulacji przeprowadzonej programem DISC (Dynamic Insulation Strategies & Comparison), jaki wpływ ma stosowanie żaluzji zewnętrznych na moc systemu klimatyzacji i zużycie prądu przez ten system dla pomieszczenia biurowego o wymiarach 50 m x 10 m x 2,80 m (szer. x gł. x wys.) i całkowicie przeszklonej dłuższej ścianie, zorientowanego na południe, zlokalizowanego w Warszawie, wyposażonego w okna o współczynniku $U = 1,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, $g = 0,73$, w którym pracuje 50 osób i 50 komputerów, a zyski ciepłe wewnętrzne wynoszą 14 kW. Chcemy, żeby w pomieszczeniu panowała temperatura $21 \div 22^\circ\text{C}$.

.	Bez żaluzji	Z żaluzjami	Różnica	Oszczędność
Zużycie prądu	49768 kWh	24259 kWh	51,30%	25509 kWh
Zużycie prądu/m ²	99 kWh	48 kWh	51,30%	51 kWh
Moc chłodnicza	62360 W	28620 W	54,10%	33740 W
Moc chłodnicza/m ²	124 W	57 W	54,10%	67 W

Jasno widać więc, jak istotne oszczędności możemy uzyskać dla osłon zewnętrznych, które dla tego pomieszczenia rocznie mogą sięgać w zależności od cen energii, około 12 000 PLN. Co więcej, możemy zastosować system klimatyzacji o mniejszej mocy, a zatem zaoszczędzić także podczas jego zakupu.

Teraz zobaczymy, jak kształtowałyby się temperatura w tym pomieszczeniu na przestrzeni całego roku (oś X). Górna linia przedstawia przybliżoną temperaturę bez osłon i bez klimatyzacji, linia poniżej - temperaturę w pomieszczeniu w przypadku zastosowania osłon, ale również bez klimatyzacji:



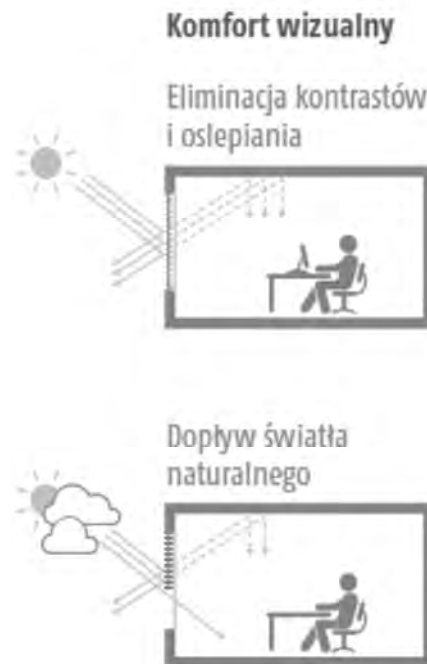
Zastosowanie osłon może obniżyć temperaturę w tym pomieszczeniu o blisko 10 stopni. Bardzo ważną konkluzją jest stwierdzenie, że tylko osłony zewnętrzne dają tak duże efekty, jeśli chodzi o oszczędność i obniżenie temperatury. Osłony wewnętrzne (nawet tego samego rodzaju co zewnętrzne) głównie stosowane są do zapewnienia komfortu. Program symulacyjny DISC jest dostępny m.in. również w firmie Somfy.

5. KOMFORT UŻYTKOWNIKA

W komforcie wizualnym ważnym elementem jest optymalny, niemęczący wzroku poziom jasności w pomieszczeniu przy równoczesnym zapewnieniu użytkownikom budynku kontaktu wzrokowego z otoczeniem zewnętrznym, co ma pozytywny wpływ na ich samopoczucie i wydajność pracy. Optymalny poziom jasności w pomieszczeniu to jeden z kluczowych warunków odczuwania komfortu przez osoby w nim przebywające. Nawet w budynkach klasy A, nowoczesnych centrach handlowych czy hotelach mamy do czynienia ze zjawiskiem olśnienia

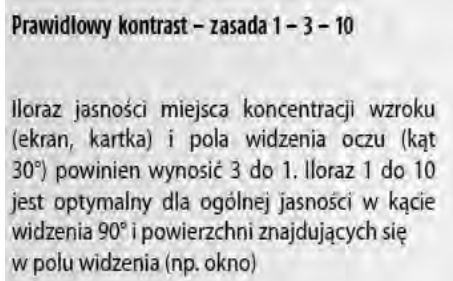
wzroku, na ekranach monitorów obserwujemy zamiast wyświetlanego obrazu odbicie tego co jest za oknem? Bez wątpienia, stan taki nie powinien mieć miejsca i jest konsekwencją błędu projektowego. Problem w tym, że komfortu nie da się wycenić ani pokazać w „tabelkach”, stąd często duże problemy występują z przekonaniem osób decyzyjnych do zastosowania właściwych rozwiązań. Nie bez powodu nadaje się priorytet używaniu światła naturalnego oraz dokładnej kontroli nad wykorzystaniem światła sztucznego, mają one bowiem wpływ na obniżenie zużycia energii i są ergonomiczne dla ludzkiego wzroku. Algorytmy sterujące analizują w czasie rzeczywistym wiele czynników, aby w rezultacie zapewnić użytkownikom:

- W miarę duży dostęp światła naturalnego do wnętrza i jednocześnie możliwość obserwowania otoczenia budynku. Osłony powinny być w położeniu otwartym tak często jak to możliwe.
- Ergonomiczny poziom jasności w zależności od czynności, jakie wykonują w pomieszczeniu ludzie.
- Prawidłowy poziom kontrastu przy zapobieżeniu oślepiania. Aby to zapewnić, osłony muszą reagować na polecenia z czujników oraz na komendy z pomieszczeń.



Sprawdzone i/lub pośrednie pozycje osłon są wcześniej zdefiniowane w systemie. Zwróćmy uwagę na fakt, iż stosując osłony, eliminujemy oślepianie oraz uciążliwe odbicia w ekranach komputerowych. Warto rozważyć też stosowanie osłon na fasadzie północnej, bowiem w przypadku, gdy niedaleko znajduje się bu-

dynek z przeszkleniami, mogą one działać w słoneczny dzień jak lustro i oślepiac osoby promieniami odbitymi, padającymi z kierunku północnego.



Warto również stosować zintegrowane systemy zarządzania światłem naturalnym i sztucznym. Z pomocą zautomatyzowanego systemu zarządzania światłem użytkownicy budynku mają do dyspozycji dużą ilość światła naturalnego bez związanych z tym niedogodności. Zdrowe dla oczu i komfortowe wartości jasności i kontrastu są zapewnione przez cały dzień, a nieprzyjemne oślepianie jest wyeliminowane.



Jeśli pomieszczenie jest puste i światło jest wyłączone, to system sterowania osłonami pozostaje w trybie oszczędzania energii. Gdy w pomieszczeniu pojawiają się użytkownicy, światło włącza się, a system sterowania osłonami przełącza się w tryb komfortu użytkownika. Użytkownik ma stały poziom oświetlenia swego miejsca pracy, gdyż ewentualny niedobór światła naturalnego zostanie płynnie uzupełniony sztucznym.

Nie możemy też zapomnieć o tak istotnym czynniku, jakim jest intymność, którą daje stosowanie osłon. Dotyczy to zarówno budynków mieszkalnych, w których osoby przebywające chronią wnętrze przed wzrokiem ciekawskich, jak też budynków użyteczności publicznej, w których np. w zimowe popołudnia wnętrza wystawione są w pełni na widok publiczny.

PODSUMOWANIE

Efektywność energetyczna w budynkach wiąże się z ograniczaniem użycia technologii energochłonnych przy jednoczesnym zapewnieniu właściwego komfortu, jakości powietrza oraz innych wymagań użytkowników.

Dużo taniej jest ochronić budynek za pomocą zautomatyzowanych osłon przeciwslonecznych (technologia pasywna), niż obniżyć temperaturę, używając systemu klimatyzacji.

Systemy oświetlenia sztucznego oraz HVAC mogą być znacznie zredukowane pod względem wielkości oraz można uzyskać oszczędności energii podczas eksploatacji rzędu kilkudziesięciu procent.

Czy zatem bioklimatyczne podejście do projektowania nie jest naturalną i rozsądną koniecznością?

BIOCLIMATIC FACADE - A MUST OR SOMETHING WE CAN GET RID OF?

The article presented natural light and heat flows through the building facade and its control. Passive methods of interior protection against overheating are promoted, what results in energy consumption reduction as well as maintaining of occupants' comfort.

Keywords: sunblinds, facade, roller blinds, Venetian blinds, controls