

Joanna PIETRZAK
Politechnika Warszawska
Wydział Architektury

WYBRANE PRZYKŁADY EUROPEJSKICH BUDYNKÓW WYSOKICH O FUNKCJI ADMINISTRACYJNO-BIUROWEJ – KREOWANIE KOMFORTU UŻYTKOWEGO

Streszczenie. Wysoki komfort użytkowy w wieżowcach jest potrzebny między innymi ze względów zdrowotnych. Powiązanie budynków wysokich z funkcją biurową, przy jednoczesnym wzroście wpływu środowiska pracy na zdrowie człowieka, wymaga wysokiej klasy rozwiązań kształtujących wewnętrzny mikroklimat. Szczególne znaczenie mają rozwiązania pasywne i bioklimatyczne, łączone również z aktywnymi. Ich wprowadzanie jest cechą charakterystyczną wielu współczesnych administracyjno-biurowych wieżowców europejskich.

Słowa kluczowe: wysokie budynki biurowe, komfort użytkowy, budynki bioklimatyczne.

CHOSEN EXAMPLES OF EUROPEAN HIGH-RISE ADMINISTRATIVE- -OFFICE BUILDINGS – CREATION OF USER COMFORT

Summary. High-rise buildings require a high standard of user comfort among other things due to healthy reasons. The connection of high-rise buildings with office functions alongside the simultaneous growth of the influence of the work environment on human health demands a high class of solutions shaping their interior microclimate. Especially important are passive and bioclimatic solutions, also combined with active solutions. Introducing them is a characteristic trait of many European administrative-office towers.

Keywords: high-rise office buildings, user comfort, bioclimatic buildings.

1. Wprowadzenie

Rozważając zagadnienie jakości rozwiązań funkcjonalno-przestrzennych kształtujących warunki w pomieszczeniach użytkowych, szczególną uwagę należy zwrócić na budynki wysokie. Ich niekorzystną cechą jest odejście człowieka od naturalnego środowiska,

ponieważ wewnętrzna przestrzeń jest praktycznie całkowicie odizolowana od otaczającego świata. Rekompensatę stanowi podwyższony standard komfortu użytkowego, na który składa się szereg elementów. Wśród nich można wymienić: temperaturę i wilgotność powietrza, akustykę, oświetlenie, kontakt wizualny z otoczeniem.

Środowisko, w którym przebywa człowiek, ma wpływ na jego emocje, psychikę, samopoczucie i zdrowie fizyczne. Przez ekologów szczególnie nagłaśniany jest problem otoczenia zewnętrznego, skażenia środowiska, choć większe znaczenie dla zdrowia mogą mieć warunki panujące w pomieszczeniach zamkniętych, stanowiących miejsca pracy [5].

Budynki wysokie projektowane były początkowo jako obiekty biurowe i obecnie nadal ponad 90% wieżowców pełni taką funkcję [6]. Podważanie celowości ich projektowania nie doprowadziło do odejścia od tego typu zabudowy. Wysokościowce będą stanowić miejsca pracy coraz liczniejszej grupy osób, m.in. ze względu na rolę w kreowaniu wizerunków firm oraz możliwość lokalizowania siedzib dużych korporacji w centrach miast. Pozytywnym aspektem rozwoju wieżowców jest wymuszanie postępu technicznego i poszukiwanie nowych rozwiązań technologicznych, również tych, które poprawiają komfort użytkownika.

2. Komfort użytkowy w wysokich budynkach biurowych

W ewolucji pracy biurowej coraz większą uwagę zwracano na potrzeby pojedynczych użytkowników. Analizę ich potrzeb i preferencji zaczęto wprowadzać do procesu projektowego już w latach sześćdziesiątych XX wieku, a badania z dziedziny ergonomii i ochrony zdrowia były podstawą do stworzenia aktów prawnych określających mierzalne i obiektywne wielkości dotyczące dopuszczalnych poziomów szkodliwych czynników oraz podstawowych parametrów przestrzeni biurowej [1]. Natomiast wpływ oddziaływania niemierzalnych czynników środowiska fizycznego zaczęto badać w ramach psychologii środowiskowej. Wyniki badań miały się przyczynić do przekształcenia miejsca pracy w środowisko zapewniające dobre samopoczucie i zadowolenie pracownika.

Okres intensywnego rozwoju budynków biurowych przypadał na lata siedemdziesiąte i osiemdziesiąte XX wieku i był on związany z rozwojem techniki, technologii informatycznej oraz wprowadzaniem urządzeń klimatyzacyjnych i sztucznego oświetlenia. Projektanci coraz większą uwagę przywiązywali do jakości mikroklimatu wewnętrznego, który bezpośrednio wpływa na zdrowie i samopoczucie psychofizyczne człowieka. Pomimo tego w latach siedemdziesiątych XX wieku zaczęto obserwować spadek jakości i wydajności pracy oraz zwiększanie się absencji pracowników. Coraz powszechniejsze stosowanie mało sprawnych urządzeń zapewniających mechaniczną wentylację i klimatyzację doprowadziło do wyróżnienia tzw. syndromu chorego budynku [5]. W latach siedemdziesiątych XX wieku problemy energetyczne dotyczyły przede wszystkim strat energii cieplnej, stopniowo jednak zagadnienie chłodzenia i wentylowania stawało się ważniejsze niż kwestia ogrzewania

pomieszczeń. Przyczyną zmian były zarówno rozwój materiałów izolacyjnych i systemów szczelności budynku, jak i „wzrastające” zyski ciepła od urządzeń elektronicznych i promieniowania słonecznego [6].

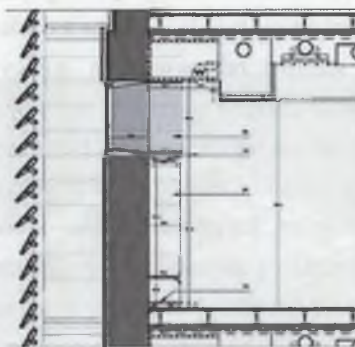
Od lat osiemdziesiątych XX wieku kreowano nasycone automatyką przestrzenie, w których komfort użytkownika jest ściśle uzależniony od sprawności działania różnych systemów. Reakcją był rozwój nurtu humanistycznego, polegający na uwzględnieniu organizacyjnych i behawioralnych potrzeb użytkowników. Modernizacje energochłonnych urządzeń wynikały również z niepomiarnie wzrastających kosztów eksploatacji. Badania i uzyskane na ich podstawie wnioski dotyczące warunków użytkowych wpłynęły na projektowanie budynków o „nowej jakości”, czyli tzw. budynków inteligentnych, ukierunkowanych na jakość przestrzeni i środowiska, a nie jedynie na sprawność techniczną [5].



Rys. 1. Rondo 1 – atrium

Fig. 1. Rondo 1 – atrium

Źródło: leed.rondo1.pl/zdjecia/7_big.jpg



Rys. 2. Torre Agbar – detal podwójnej fasady

Fig. 2. Torre Agbar – detail of a double facade

Źródło: 2.bp.blogspot.com/_Am9868V2huc/S31BEdJ4CRI/AAAAAAAAABU/yG6zBlm_3-8/s1600/torre_agbarFull+3.jpg

Do grupy budynków inteligentnych można zaliczyć niektóre czołowe realizacje warszawskie, jak na przykład biurowce: Rondo 1, Warszawskie Centrum Finansowe, Warsaw Trade Tower, Ilme czy wieżowce PZU oraz TP SA. Komplex Rodno 1 posiada certyfikat LEED Gold oraz certyfikat EU Green Building, a 10% zużywanej w budynku energii elektrycznej pochodzi z elektrowni wiatrowych. W wieżowcu zastosowano odpowiadający za regulację oświetlenia system DALI, który steruje indywidualnie każdą z żarówek i żaluzji, dostosowując natężenie światła do warunków zewnętrznych i potrzeb pracowników [9]. Elewację zaprojektowano tak, aby zapewnić dostęp światła naturalnego do całej powierzchni użytkowej. Biurowiec jest w pełni klimatyzowany z zapewnieniem kontroli wilgotności i temperatury. Powierzchnie biurowe są pozbawione podziałów konstrukcyjnych, a segment z 18 szybkami windami został wydzielony z głównej bryły budynku. Obie części zespała przeszklony łącznik (rys. 1), w którym zaprojektowano ogrody zimowe [2].

3. Tendencje w rozwoju budynków biurowych – zwrot ku naturze

Po okresie dominacji rozwiązań technicznych budynki wysokie stają się obiektami, w których zwraca się większą uwagę na działania proekologiczne. Nowymi generacjami budynków są tzw.: sustainable building, green-building i eco-building. Jeden z głównych teoretyków architektury bioklimatycznej, Kenneth Yeang, twierdzi, że budynki powinny być projektowane z uwzględnieniem lokalnych uwarunkowań, aby sposób ich funkcjonowania wykorzystywał zalety miejscowego klimatu. Ponadto podstawowymi zasadami powinny być energooszczędność i zwiększanie komfortu użytkownika poprzez kontakt ze światłem zewnętrznym (możliwość otwierania okien) oraz z zielenią we wnętrzach budynków [6].

Oryginalnym przykładem obiektu, który został dostosowany do miejscowego klimatu, jest budynek Torre Agbar w Barcelonie. Stanowi on demonstrację świadomego podejścia do kształtowania bilansu energetycznego budynku, przy użyciu prostych środków. Zewnętrzna ściana wieżowca (rys. 2), złożona z dwóch całkowicie różnych, ale współpracujących ze sobą warstw, stanowi odpowiedź na gorący hiszpański klimat. Wewnętrzną warstwę tworzy perforowana małymi otworami okiennymi betonowa powłoka nośna, która chroni wnętrze przed wysokimi temperaturami. Dla uzyskania efektu wizualnego pokrywają ją pofalowane, kolorowe panele aluminiowe. Zewnętrzna warstwa fasady składa się ze szklanych lameli o regulowanym kącie nachylenia, które stanowią dodatkową termalną strefę buforową niedopuszczającą do okien bezpośredniego promieniowania słonecznego. Ponadto lamele umożliwiają cyrkulację powietrza w przestrzeni fasady [3].

Obecnie architekci odkrywają tradycyjne techniki kształtowania korzystnego mikroklimatu wnętrz, wykorzystujące naturalne metody wentylacji, chłodzenia, ogrzewania i oświetlenia. Coraz powszechniej stosowane są rozwiązania typu low-tech, polegające na pasywnym oszczędzaniu energii poprzez wykorzystywanie w projektowanych budynkach specyficznych dla danego środowiska zasobów naturalnych. Rozwiązaniami low-tech mogą być m.in.: systemy wentylacji naturalnej, wykorzystywanie światła dziennego, podwójne ściany osłonowe, wprowadzanie do wnętrza zieleni i wody [5].

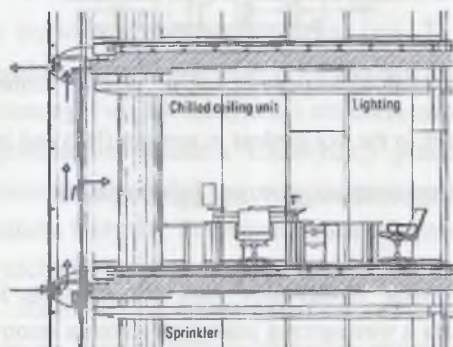
Naturalna wentylacja jest stosowana w budynkach wysokich przede wszystkim dzięki zastosowaniu dwóch rozwiązań przestrzenno-technicznych: wielokondygnacyjnych atriów oraz dwuwarstwowych ścian osłonowych. Wewnętrzne atria stanowią kominy wentylacyjne, w których różnica ciśnień pozwala na grawitacyjny przepływ powietrza, pobudzający przewietrzanie i chłodzenie. Dwuwarstwowe ściany osłonowe stają się popularne dzięki swoim właściwościom izolacyjnym, akustycznym i termicznym, oraz integracji osłon przeciwsłonecznych. Ponadto wykorzystywane są do wytwarzania naturalnej wentylacji pomieszczeń (dzięki efektowi komina i możliwości otwierania okien).

Przykładowo, w cylindrycznym wieżowcu RWE AG w Essen podwójna ściana osłonowa pozwala na otwieranie okien i korzystanie z naturalnej wentylacji przez większą część roku (rys. 3). Atrium znajduje się na czterech ostatnich kondygnacjach, dlatego też na niższych

piętrach światło do wnętrza dostaje się poprzez komputerowo sterowane lustra. Elektronicznie sterowane lamele zapewniają rozpraszanie i ograniczanie natężenia światła słonecznego [6].

W budynkach wysokich obserwuje się tendencję do maksymalnego wykorzystania światła dziennego. Naturalne światło wpadające przez okna jest wystarczające przy trakcie o głębokości do 7 m. Przy większych głębokościach można zastosować światło sztuczne, jednak preferowane są metody doświetlania wnętrza światłem dziennym. Rozwiązania mogą polegać na działaniach bezpośrednich, np. na zaprojektowaniu atrium lub na ukierunkowanym przesyle, np. odbijaniu promieni od powierzchni lusterek [5].

W budynku Heron Tower w Londynie (rys. 4) przestrzeń wewnętrzna jest podzielona na trzypiętrowe jednostki, otwierające się na wspólne atria umiejscowione od południowej strony budynku. Kształt poszczególnych kondygnacji oraz atrium wynika z komputerowych analiz doświetlenia pomieszczeń światłem naturalnym [7].



Rys. 3. RWE AG – detal przekroju i schemat naturalnej wentylacji podwójnej fasady
Fig. 3. RWE AG – detail of cross-section and schema of natural ventilation of double facade

Źródło: www.mech.hku.hk/sbc/case_study/case/ger/RWE_Tower/section.jpg

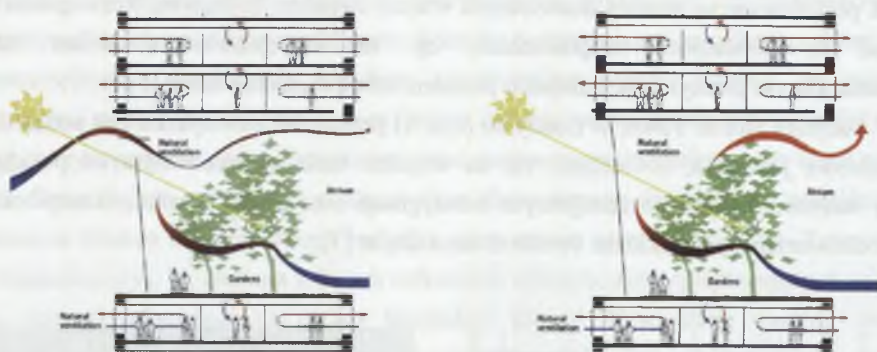


Rys. 4. Heron Tower – typowa kondygnacja z wycięciem na atrium
Fig. 4. Heron Tower – typical floor with cut out for sky garden

Źródło: hoppermagic.com/portfolioimages/heron_tower_marketing_suite_06.jpg

Podczas wysiłku umysłowego wykorzystywana jest tzw. uwaga ukierunkowana. Odpoczynek dla niej może stanowić angażowanie uwagi mimowolnej, co następuje np. w momencie kontaktu z naturalnymi scenariuszami tworzonymi wewnątrz budynków [4]. Zieleń i woda to również podstawowe elementy, dzięki którym można zapewnić odpowiedni mikroklimat wewnątrz. Woda z basenów, fontann, ścian wodnych i sztucznych cieków zwiększa wilgotność poprzez parowanie, ujemnie jonizuje powietrze i obniża jego temperaturę, a także oczyszcza dzięki zatrzymywaniu kurzu i pyłu. Zieleń filtruje powietrze z zanieczyszczeń chemicznych, zwiększa ilość tlenu, pochłania CO₂, ujemnie jonizuje i nawilża powietrze, powoduje opadanie kurzu, posiada również właściwości dźwiękochłonne. Ponadto zieleń ma

pozytywny wpływ na psychikę i samopoczucie, dzięki walorom estetycznym, obniżaniu poziomu stresu i pozytywnemu wpływaniu na motywację [11]. W kilku światowej klasy europejskich realizacjach obiektów biurowych zostały zastosowane wszystkie opisane elementy (budynki: Commerzbank we Frankfurcie, 30 St. Mary Axe w Londynie oraz Deutsche Post w Bonn).

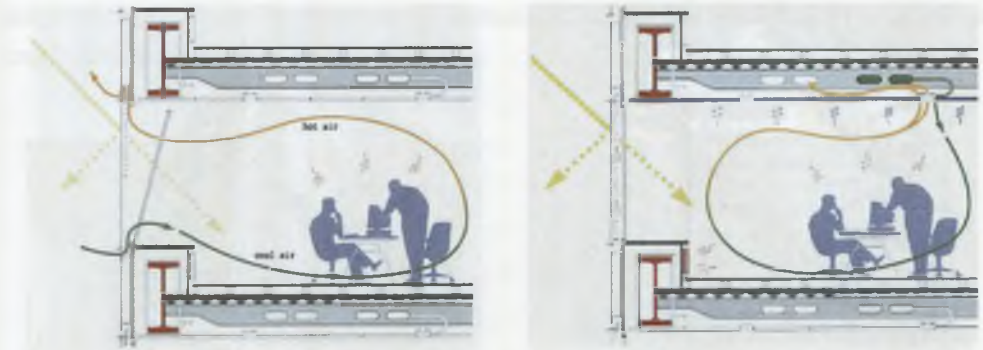


Rys. 5. Commerzbank – schemat naturalnej wentylacji zielonych atriiów w okresie letnim (po lewej) i zimowym (po prawej)

Fig. 5. Commerzbank – schema of a natural ventilation in the sky gardens in summer (left) and in winter (right)

Źródło: wiki.ucfilespace.uc.edu/groups/alexpowell/wiki/be1f0/images/973de.jpg#530.64x709

W Commerzbanku system naturalnej wentylacji funkcjonuje zarówno jesienią, jak i wiosną. Budynek o planie równobocznego trójkąta z wewnętrzną pustą przestrzenią stanowi „wielki komin”. Atrium podzielone zostało na segmenty po 12 kondygnacji, które łączą się z trzema czterokondygnacyjnymi ogrodami umieszczonymi spiralnie na bokach trójkąta. Przez górne partie przeszkleń ogrodów jest wpuszczane do budynku powietrze, które, unosząc się poprzez dwanaście kolejnych kondygnacji, wentyluje pomieszczenia sąsiadujące z atrium (Rys. 5). Spiralny układ ogrodów oraz wewnętrzne atrium zapewniają dodatkowo doskonałe doświetlenie wnętrza światłem dziennym. Pomieszczenia zewnętrzne wentylowane są dzięki otwierającym oknom w wewnętrznej warstwie podwójnej ściany osłonowej (rys. 6). Elementy fasady stanowią także automatycznie regulowane osłony przeciwsłoneczne. Przy niekorzystnych warunkach zewnętrznych włączany jest system HVAC [5].



Rys. 6. Commerzbank – schemat działania naturalnej wentylacji (po lewej) i systemu HVAC (po prawej) w biurach zewnętrznych

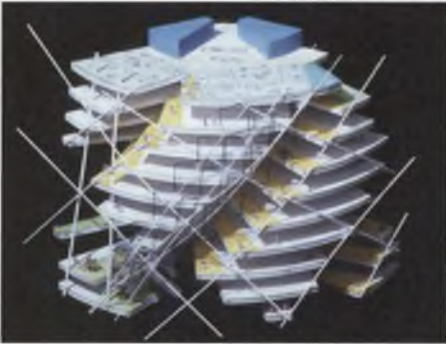
Fig. 6. Commerzbank – schema of a natural ventilation (left) and HVAC system (right) in the outer offices

Źródło: sustainablecities.dk/files/Foster%20Image.jpg

W wieżowcu 30 St. Mary Axe każde z kolejnych pięter jest obrócone o 5° , co pozwoliło na wytworzenie spiralnych atriiów (rys. 7). Powstałe w ten sposób „zielone płuca” budynku regulują mikroklimat wewnątrz, zwiększając komfort pracy, a także zapewniają penetrację światła dziennego w głąb budynku i stanowią naturalne kominy wentylacyjne, które umożliwiają ograniczenie działania klimatyzacji przez około 40% czasu pracy w roku. Cyrkulacja powietrza jest dodatkowo wspomagana przez różnicę ciśnień wynikającą z aerodynamicznego kształtu budynku. Podwójna ściana osłonowa składa się z dwóch powłok i pustki, przez którą przechodzi powietrze, zanim zostanie usunięte z budynku [6].

Rzut wieżowca Deutsche Post w Bonn stanowią dwa rozsunięte wycinki walca, między którymi zaprojektowano centralne atrium podzielone ogrodami zimowymi. Wprowadzenie szczeliny przez całą wysokość budynku umożliwiło doświetlenie wewnętrznych biur światłem naturalnym. Charakterystycznym elementem obiektu jest transparentna, podwójna elewacja, w zależności od stron świata ukształtowana odmiennie (rys. 8). Przy odpowiednich warunkach zewnętrznych powietrze jest wpuszczane do budynku i wentyluje pomieszczenia biurowe. Zużyte powietrze jest usuwane poprzez ogrody zimowe [7].

Charakterystyczne dla budownictwa tradycyjnego rozwiązania typu pasywnego współpracują często z systemami aktywnymi i elementami mechanicznymi typu high-tech. Powstają rozwiązania hybrydowe, które charakteryzuje uzupełnianie się lub zamienne wykorzystywanie warunków naturalnych oraz urządzeń mechanicznych i energii z sieci [5]. Projekty wieżowców o funkcji biurowej, których realizacja jest planowana w najbliższym czasie, zawierają zazwyczaj tego typu rozwiązania.



Rys. 7. 30 St. Mary Axe – model pokazujący skręcenie kolejnych pięter i ich wycięcia

Fig. 7. 30 St. Mary Axe – model showing the twisting floor plates with cut outs

Źródło: www.constructalia.com/repository/transfer/en/resources/ContenidoProyect/00914552Foto_big.jpg



Rys. 8. Deutsche Post – odmienne ukształtowanie podwójnej fasady zależnie od stron świata

Fig. 8. Deutsche Post – double facade different on each elevation, depending on direction

Źródło: www.wernersobek.de/files/dynamic/generic/298x396-718_80549.jpg

Na przełomie 2013 i 2014 roku w Warszawie ma zostać oddany do użytku biurowiec Atrium 1 (rys. 9). W budynku zaprojektowano geotermalny system chłodzenia i ogrzewania oraz system pozyskiwania energii z paneli fotowoltaicznych. Wprowadzona zostanie podwójna ściana osłonowa z zewnętrznymi żaluzjami chroniącymi budynek przed nadmiernym nagrzewaniem i z potrójnym szkleniem ograniczającym straty ciepła. Projektowane są także: energooszczędne systemy oświetlenia z zastosowaniem czujek ruchu oraz windy „odzyskujące” energię podczas hamowania [10].

W projektowanym w Warszawie Eurocentrum Office Complex, poza nowoczesnymi rozwiązaniami technicznymi, przewiduje się zielone atria (rys. 10), które będą pełnić dużą rolę w tworzeniu odpowiedniego mikroklimatu wewnątrz oraz w systemie wymiany powietrza, a także pozwolą na doświetlenie wszystkich biur światłem dziennym [8].

4. Wnioski

Europa nie uczestniczy w światowym wyścigu wysokości, jednak niektóre współczesne realizacje to najnowocześniejsze budynki biurowe na świecie. W najbardziej spektakularnych projektach wieżowców europejskich wyróżnić można dwa podstawowe nurty tworzenia wysokiego komfortu użytkowego. Pierwszy polega na projektowaniu budynków według założeń obiektu bioklimatycznego, opartego na rozwiązaniach typu pasywnego, low-tech i wprowadzaniu elementów przyrody do wnętrza. Budynki z tej grupy stanowią zwrot ku naturze i naturalnym potrzebom człowieka. Drugi nurt związany jest z aplikacją najnowszych technologii, które mają zapewnić odpowiedni klimat wewnętrzny przy zminimalizowanym

zużyciu energii. Dzięki zaawansowanej technologii w budynkach powstaje komfortowe ale często sztuczne, środowisko życia człowieka.



Rys. 9. Atrium 1 – wizualizacja holu wejściowego

Rys. 10. Eurocentrum – przekrój pokazujący system zielonych atrium

Fig. 9. Atrium 1 – visualization of the entrance hall

Fig. 10. Eurocentrum – cross-section showing the sky gardens

Źródło: www.skanska.pl/Global/Biura/Atrium%201/Atrium1_lobby_450X337.jpg

Źródło: static3.investmap.pl/g/39/39/34343.big.jpg

Niewielu architektów stosuje rozwiązania ściśle wpisujące się w nurt eco-tech, wprowadzając jedynie pewne elementy takich założeń. Moda na ekologię obiektów biurowych jest działaniem ukierunkowanym na oczekiwania jakościowe i potrzeby użytkowników. Budynek z ekologicznymi certyfikatami łatwiej jest korzystnie wynająć lub sprzedać. Najczęściej jednak o certyfikaty ubiegają się właściciele budynków „inteligentnych”, które spełniają wysokie standardy dzięki skomplikowanej infrastrukturze technicznej i polityce zarządzania obiektem.

Wysoki komfort użytkowy można uzyskać poprzez tworzenie bliższego naturze i przyjaznego człowiekowi środowiska. Kwestią sporną jest, czy w wieżowcu odpowiedni mikroklimat może być zapewniony bez stosowania urządzeń mechanicznych. Jednak próby łączenia technologii i przyrody są kierunkiem, który powinien zapewnić użytkownikom lepsze warunki pracy i pozytywnie wpłynąć na ich zdrowie fizyczne i psychiczne.

Bibliografia

1. Baborska-Narożny M., Brzezicki M.: Samopoczucie pracowników jako wytyczna projektowania obiektów przemysłowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria: Architektura, z. 45, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007.
2. Cała I.: Rondo 1 – najnowocześniejszy wieżowiec Warszawy. „Materiały Budowlane”, nr 2, 2005, s. 10–11.

3. Grawe C., Cachola Schmal P. (eds.): *High Society: Contemporary Highrise Architecture and the International Highrise Award*. Jovis, Berlin 2006.
4. Lis A.: Oddziaływanie emocjonalne środowiska parku miejskiego – oczekiwania i wymagania użytkowników. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria: Architektura*, z. 45, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007.
5. Niezabitowska E. (red.): *Budynek inteligentny. Tom I: Potrzeby użytkownika a standard budynku inteligentnego*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005.
6. Pawłowski A.Z., Cała I.: *Budynki wysokie*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006.
7. Wells M.: *Skyscrapers: Structure and Design*. Yale University Press, New Haven 2005.
8. Największa zielona inwestycja biurowa w Polsce, www.greenbiznes.pl/rozwiazania/najwieksza-zielona-inwestycja-biurowa-w-polsce [dostęp: 28.05.2012].
9. Rondo 1 – LEED: leed.rondo1.pl [dostęp: 28.05.2012].
10. Zielone biurowce coraz popularniejsze. Polska liderem w Europie Środkowej: www.uspro.pl/articles/view/4985/Zielone+biurowce+coraz+popularniejsze.+Polska+liderem+w+Europie+%C5%9Arodkowej.html [dostęp: 28.05.2012].
11. Zielone ściany – przykład ekologicznych ekranów w siedzibie TNT: www.offa.pl/dzial-34,artykul17,Zielone_sciany_8211_przyklad_ekologicznych_ekranow_w_siedzibie_TNT.html [dostęp: 28.05.2012].