

Anna TACZALSKA*

ZRÓWNOWAŻONE BUDOWNICTWO JAKO CZYNNIK ERGONOMII MIEJSC PRACY NA PRZYKŁADACH REALIZACJI BUDYNKÓW BIUROWYCH NA TERENIE POLSKI I NIEMIEC

W niniejszym opracowaniu skoncentrowano się na aspektach projektowania zrównoważonego, które, będąc przyjaznym środowisku naturalnemu, jednocześnie wpływają na ergonomię przestrzeni pracy. W pierwszej kolejności, poruszono kwestię lokalizacji biurowców w pobliżu centrów miejskich, na terenach już wcześniej zurbanizowanych, skomunikowanych z pozostałymi dzielnicami miasta i wyposażonych w pełną infrastrukturę techniczną. Taka lokalizacja oszczędza tereny naturalne, a także obniża koszty i nakład energetyczny inwestycji. Użytkownikom budynku z kolei znacznie ułatwia codzienny dojazd do pracy, oraz zapewnia dostęp do niezbędnych usług w pobliżu miejsca pracy.

Dalej przedstawiono problematykę funkcjonalnego rozplanowania budynku biurowego, podkreślono mobilność tych układów, umożliwiającą ich łatwe przekształcenie i zaadaptowanie do nowej funkcji w przyszłości. Przedstawione zostały także rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe, przyjazne środowisku na wszystkich etapach realizacji, a także użytkowania i rozbiórki budynku, oraz niestwarzające zagrożeń dla użytkowników budynku. Wymienione także zostały systemy pozyskiwania i wykorzystywania energii odnawialnej.

Na poparcie stawianej tezy o ścisłym związku pomiędzy ekologią, a ergonomią rozwiązań stosowanych przy projektowaniu zrównoważonym przywołano przykłady najnowszych budynków biurowych powstających na terenie Polski, głównie w Krakowie, oraz – dla porównania szczególnie wyróżniających się realizacji niemieckich. Starano się wykazać, że certyfikowane, ekologiczne budynki biurowe są jednocześnie bardziej ergonomiczne i przyjazne użytkownikom niż tradycyjne biurowce.

Słowa kluczowe: budynek biurowy, ergonomia, rozwój zrównoważony, środowisko pracy

* Wydział Architektury, Politechnika Krakowska.

1. WSTĘP

Według definicji Międzynarodowego Stowarzyszenia Ergonomicznego (IEA – International Ergonomics Association): „Ergonomia jest dziedziną naukową zajmującą się związkami zachodzącymi pomiędzy człowiekiem a innymi elementami systemu, oraz dyscypliną wdrażającą teorię, zasady, dane i metody do projektowania, w celu optymalizacji komfortu użytkowników i wydajności całego systemu”¹. W rozwinięciu przytoczonej definicji znajduje się informacja o działaniach ergonomistów: „Ergonomiści uczestniczą w procesie projektowym i ocenie zadań i prac, produktów, środowiska i systemu, aby uczynić je kompatybilnymi z potrzebami, możliwościami i ograniczeniami użytkowników”^{2, 3}.

Przytoczone definicje jednoznacznie wskazują na środowisko (otoczenie) człowieka, jako jeden z istotnych czynników jego komfortu i ergonomii, obok wyposażenia jakim dysponuje, oraz zadaniami, które ma wykonać. Na otoczenie to wpływ ma aranżacja i sposób wykończenia wnętrza, w których znajduje się użytkownik, oraz mikroklimat, jaki tam panuje. Ten zależy od oświetlenia, jakości powietrza (jego ilości i czystości), temperatury oraz poziomu hałasu.

Są to czynniki regulowane przez systemy instalacyjne we wszystkich nowopowstających budynkach użyteczności publicznej, w tym biurach. Zamierzeniem jest wykazanie związku pomiędzy stopniem zaawansowania techniki budowlanej i nowatorskimi rozwiązaniami proekologicznymi a jakością środowiska pracy biurowej i ergonomią wnętrza.

¹ Tłumaczenie własne, wersja oryginalna: „Ergonomics is the scientific discipline concerned with the understanding of interactions among humans and other elements of a system, and the profession that applies theory, principles, data and methods to design in order to optimize human well-being and overall system performance” [28].

² Tłumaczenie własne, wersja oryginalna: „Practitioners of ergonomics and ergonomists contribute to the design and evaluation of tasks, jobs, products, environments and systems in order to make them compatible with the needs, abilities and limitations of people” [28].

³ Przytoczone definicje Międzynarodowego Stowarzyszenia Ergonomicznego (IEA) są obowiązującymi na świecie. W warunkach polskich warto jednak wspomnieć także o wyjaśnieniu zaproponowanym przez Edwarda Franusa (1992): „Ergonomia jest kompleksową nauką empiryczną, ukierunkowaną na wieloaspektowe poznanie układu człowiek-technika i opracowanie zbioru twierdzeń dyrektywnych stanowiących naukową podstawę dla obustronnego dostosowania członów układów i dla permanentnej regulacji wzajemnych relacji między członami układu, zgodnie z rozwojowymi oczekiwaniami człowieka, jako użytkownika wytworu oraz wymaganiami technicznymi umożliwiającymi niezawodne funkcjonowanie układu” [17, s. 55].

2. RYS HISTORYCZNY [4]

Początkowo układy biurowe w Europie i Stanach Zjednoczonych rozwijały się równolegle, dwutorowo. Na Starym Kontynencie dominowały biura celkowo-korytarzowe. W układach tych, niewielkie jedno- i dwuosobowe pomieszczenia pracy rozmieszczane były wzdłuż ściany zewnętrznej i dostępne ze wspólnego korytarza. Rozwiązanie to pozwalało na oświetlenie światłem dziennym wszystkich pokoi, oraz ich naturalną wentylację. Pracownicy mieli możliwość indywidualnej regulacji zarówno natężenia oświetlenia, jak i temperatury i dopływu powietrza z zewnątrz. Układy te jednak nie pozwalały na efektywne wykorzystanie powierzchni budynku. Ponadto kontakt pomiędzy poszczególnymi pracownikami był mocno utrudniony, co wraz z rozwojem form pracy opartych na komunikacji, stało się poważną wadą układów celkowo-korytarzowych.

Równocześnie, w Stanach Zjednoczonych, na wzór jednoprzestrzennych hal przemysłowych, powstawały biura wielkopowierzchniowe. Były to rozwiązania sprzyjające komunikacji między pracownikami, oraz zapewniające dużą oszczędność przestrzeni. Z punktu widzenia pracowników, niewątpliwą wadą tych układów był hałas panujący we wnętrzu. Z uwagi na rozległą powierzchnię i dużą głębokość budynku, niemożliwe było także naturalne oświetlenie całej powierzchni pracy. Biura wielkopowierzchniowe od początku swojego istnienia były zatem sztucznie oświetlane i wentylowane, jednakowo na całej powierzchni, niezależnie od indywidualnych preferencji pracowników. Uszczelnienie budynku spowodowało powstanie tzw. syndromu chorego budynku⁴.

Z czasem rozwiązania podstawowe ewoluowały do układów mieszanych, odpowiadających zmieniającym się tendencjom w formach pracy i zarządzania przedsiębiorstwami. Oddzielone zostały pomieszczenia pracy indywidualnej i grupowej, miejsca spotkań, narad, a także przestrzenie odpoczynku i rekreacji. Układy stały się tym samym bardziej skomplikowane, zróżnicowane. Konieczne było stosowanie mechanicznych instalacji wentylacji, klimatyzacji, a także oświetlenia sztucznego większości powierzchni budynków.

Wyposażanie budynków biurowych w tego typu instalacje było także wyznacznikiem postępu technologicznego. Podobnie jak wizerunek kształtowany przez potężne powierzchnie szklanych elewacji (*High-tech*)⁵, podkreślało jego prestiż.

⁴ Syndrom chorego budynku (*SBS – Sick Building Syndrome*) – wystąpienie przykrych dolegliwości, takich jak: bóle i zwroty głowy, mdłości, podrażnienie błon śluzowych, astma, alergie, problemy z oddychaniem u osób przebywających w danym budynku. Dolegliwości te związane są ze złą jakością powietrza we wnętrzu (zanieczyszczenie, lotne związki organiczne, mikroorganizmy) i zbyt małą ilością powietrza świeżego.

⁵ *High-tech* – kierunek w architekturze, charakteryzujący się intensywnym wykorzystaniem nowych technik budowlanych i technologii zarówno w konstrukcji, jak i wyposażeniu technicznym.

Wraz z powiększaniem się powierzchni szklanych przegród zewnętrznych oraz wzrostem ilości instalacji i urządzeń, niezbędnych do funkcjonowania budynku, a także narzędzi elektronicznych wykorzystywanych w pracy przez użytkowników, nieustannie rosło zapotrzebowanie na energię, generując coraz większe koszty.

3. ROZWÓJ ZRÓWNOWAŻONY

Kurczące się zasoby naturalne, wzrost zanieczyszczeń, w tym emisja CO₂, oraz rosnące koszty energii skłoniły światowych przywódców do podjęcia działań naprawczych i zapobiegawczych. W 1983 r. z inicjatywy ówczesnej premier Norwegii Gro Harlem Brundtland i ONZ powołana została Światowa Komisja ds. Środowiska i Rozwoju (ang. The World Commission on Environment and Development – WCED), zwana też Komisją Brundtland. Efektem jej pracy było m.in. opracowanie koncepcji zrównoważonego rozwoju.

Jego definicję zapisano w raporcie *Nasza Wspólna Przyszłość*, opublikowanym przez Komisję WCED w 1987 r.: „Na obecnym poziomie cywilizacyjnym możliwy jest rozwój zrównoważony, to jest taki rozwój, w którym potrzeby obecnego pokolenia mogą być zaspokajane bez umniejszania szans przyszłych pokoleń na ich zaspokojenie”.

Na tej podstawie Organizacja Narodów Zjednoczonych przyjęła obowiązujące powszechnie objaśnienie: „Zrównoważony rozwój Ziemi to rozwój, który zaspokaja podstawowe potrzeby wszystkich ludzi, oraz zachowuje, chroni i przywraca zdrowie i integralność ekosystemu Ziemi, bez zagrożenia możliwości zaspokojenia potrzeb przyszłych pokoleń i bez przekraczania długookresowych granic pojemności ekosystemu Ziemi”.

W 1992 r. w Rio de Janeiro, zwołano pierwszą Konferencję Narodów Zjednoczonych na temat Środowiska i Rozwoju (ang. United Nations Conference on Environment and Development – UNCED), znana również pod nazwą Szczyt Ziemi. Przyjęta została wówczas Agenda 21 – dokument określający sposób opracowania i wdrożenia lokalnych dokumentów dotyczących zrównoważonego rozwoju. Problematyka dyskutowana była także podczas Światowego Szczytu Zrównoważonego Rozwoju (ang. The World Summit on Sustainable Development – WSSD) w 2002 r. w Johannesburgu.

Niezależnie, przywódcy państw europejskich, podczas nieformalnego spotkania w Lipsku w 2007 r. opracowali dokument na temat rozwoju miast i ich spójności terytorialnej – Kartę Lipską na rzecz zrównoważonego rozwoju miast europejskich

(ang. Lepipzig Charter on Sustainable European Cities)⁶. W tym miejscu należy wspomnieć także o strategii Europa 2020 [21] promującej rozwój zrównoważony: wspieranie gospodarki korzystającej z zasobów, bardziej przyjaznej środowisku i bardziej konkurencyjnej. W dokumencie tym zapisano także cel „20/20/20” w zakresie klimatu i energii. Oznacza to konieczność redukcji emisji dwutlenku węgla o 20% (a jeśli warunki na to pozwolą – nawet o 30%)⁷, zwiększenia udziału energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych w całkowitym zużyciu energii do 20%, oraz zwiększyć efektywność wykorzystania energii o 20%.

Ogólnoswiatowa polityka, której wybrane dokumenty zaprezentowano powyżej, zmierzająca do redukcji emisji zanieczyszczeń, emisji CO₂, oraz zachowania zasobów naturalnych na potrzeby także przyszłych pokoleń, zmusiły projektantów do diametralnej zmiany w podejściu do budownictwa. Szacuje się bowiem, że za zużycie surowców pierwotnych i materiałów w 40% odpowiada branża budowlana. Budynki są również największymi emitarami CO₂ i innych szkodliwych substancji⁸ (w tym: gazów cieplarnianych, związków bromo-, fluoro- i chloropochodnych węglowodorów, freonów, chlorofluorowęglowodorów i innych).

4. WIELOKRYTERIALNE SYSTEMY OCENY BUDYNKÓW

Wraz z rozwojem technologii wspierającej ochronę środowiska zaczęły się pojawiać wielokryterialne systemy oceny budynków. Nadrzędnym celem ich powstania było stworzenie standardu zrównoważonego budownictwa, pomocnego na etapie projektowania, budowy i eksploatacji budynku, oraz umożliwienie porównania jakości obiektów.

W tej chwili najbardziej popularnymi na świecie wielokryterialnym systemami oceny budynków są: BREEAM⁹, LEED¹⁰, DGNB¹¹.

⁶ Informacje na temat zrównoważonego rozwoju, dokumentów i aktów prawnych w tym zakresie są szeroko omawiane w publikacjach architektonicznych i urbanistycznych i powszechnie znane w środowisku architektonicznym.

⁷ W porównaniu z poziomem z 1990 r.

⁸ Przykładowo, szacuje się, że w Stanach Zjednoczonych, w wyniku budowy i eksploatacji budynków wytwarzane jest 39% całej emisji CO₂ w tym kraju [29].

⁹ BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology: najstarszy system certyfikacji budynków, opracowany w Wielkiej Brytanii, stosowany od 1990 roku.

¹⁰ LEED – Leadership in Energy and Environmental Design: system powstały w Stanach Zjednoczonych, opracowywany od 1994 roku, stosowany od 2004 roku.

¹¹ DGNB – Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – system opracowany przez Niemieckie Towarzystwo Budownictwa Zrównoważonego rozwoju, we współpracy z Fede-

Wszystkie stosowane systemy certyfikacji opierają się na zasadzie TRIPLE E RESPONSIBILITY¹², co oznacza, że w swoich założeniach dążą do zbilansowania aspektów środowiskowych, ekonomicznych i społecznych budownictwa. Ich celem jest ochrona środowiska i dóbr materialnych, oszczędność kosztów eksploatacyjnych, oraz zapewnienie komfortu użytkownikom. Certyfikacja budynków daje gwarancję ich jakości, co stanowi podstawę rozmów między inwestorem, a potencjalnym najemcą. Konieczność prowadzenia procesu certyfikacji od początku prac projektowych wpływa na minimalizację ryzyka inwestycyjnego.

W każdym z systemów budynki podlegają ocenie w kilku kategoriach. W zależności od metody, kryteria te różnią się między sobą nazewnictwem, jednak zasadniczo dotyczą tych samych aspektów. Są to:

- zarządzanie budynkiem,
- zarządzanie energią,
- redukcja emisji zanieczyszczeń,
- gospodarka wodna,
- zarządzanie odpadami,
- materiały budowlane i wykończeniowe,
- jakość środowiska wewnętrznego,
- lokalizacja budynku,
- zagospodarowanie działki budowlanej,
- dostępność komunikacyjna.

Wybrane kryteria, spośród wymienionych powyżej, zostaną omówione w dalszej części opracowania. Autorka postara się udowodnić związek między zrównoważonym budownictwem, a komfortem użytkowników tak zaprojektowanych budynków.

5. PROJEKTOWANIE ZRÓWNOWAŻONE I ICH WPŁYW NA ERGONOMIĘ MIEJSC PRACY WE WSPÓŁCZESNYCH BIUROWCACH

5.1. Lokalizacja budynku

Oprócz aspektów związanych z technologią wykonania samego budynku, dla spełnienia wymagań zrównoważonego rozwoju niezmiernie ważny jest wybór jego

ralnym Ministerstwem Transportu, Budownictwa i Rozwoju Miast w 2008 r., najmłodszy, ale i najbardziej kompletny, obecnie stosowany głównie na terenie państw niemieckojęzycznych.

¹² Zasada *Triple E Responsibility* (3 aspekty zrównoważonego budownictwa): *environment* (ang. środowisko), *economy* (ang. ekonomia), *equity* (ang. aspekt socjalny).

lokalizacji. Jeżeli to możliwe, zalecane jest, aby w pierwszej kolejności, adaptować do potrzeb nowej funkcji istniejącą zabudowę lub przynajmniej budować w terenie już wcześniej zurbanizowanym. W ten sposób ogranicza się tworzenie dodatkowej infrastruktury i uzbrojenia terenu, oraz zapobiega zjawisku tzw. *urban sprawl*¹³. To pozwala na zachowanie maksymalnej powierzchni terenów zielonych w stanie nienaruszonym.

Szczególnie premiowana jest rewitalizacja terenów przemysłowych. Świadomy wybór lokalizacji budynku, z poszanowaniem terenów biologicznie czynnych, przynosi korzyść zarówno użytkownikom budynku, jak i pozostałym mieszkańcom miasta. Zachowanie terenów zielonych przyczynia się do poprawy jakości powietrza w okolicy. Ludziom umożliwia aktywne, zdrowe spędzanie wolnego czasu, zapewniające właściwą regenerację organizmu.

5.2. Wykorzystanie alternatywnych środków transportu

Z lokalizacją budynku związana jest jego dostępność komunikacyjna.

Jednym z podstawowych celów zrównoważonego rozwoju jest redukcja emisji CO₂ i innych zanieczyszczeń do atmosfery. Obok budynków głównymi emitarami tych substancji, zwłaszcza w dużych miastach, są pojazdy mechaniczne.

Pośród wytycznych ekologicznego budownictwa pojawia się zatem możliwość wyboru przez użytkowników budynku alternatywnego (dla samochodu) środka transportu. Ma to znaczenie zwłaszcza w przypadku budynków biurowych i zakładów pracy, do których dojeżdża codziennie duża grupa osób. Położenie budynku w centrum miasta lub dzielnicy biznesowej, które pokryte są gęstą siatką komunikacji miejskiej, nie wymaga tworzenia dodatkowej infrastruktury na potrzeby nowo powstającego obiektu. Taka lokalizacja, z uwagi na centralne położenie, zapewnia także możliwie krótką drogę dojazdu z innych punktów miasta.

Maksymalna ilość samochodów, która może dojechać codziennie do danego budynku regulowana jest za pomocą ilości miejsc parkingowych na terenie obiektu. To interesujące, że w zamożniejszym kraju – Niemczech – współczynnik miejsc parkingowych¹⁴ jest nieco wyższy niż w Polsce. Z analiz autorki wynika, że dla kraju nad Wisłą wynosi około 90¹⁵, podczas gdy u zachodniego sąsiada około 97¹⁶. Świadczy to o zaawansowaniu tego kraju w promowaniu działań proekologicznych

¹³*Urban sprawl* – proces szybkiego, niekontrolowanego poszerzania się terenów zurbanizowanych, miejskich.

¹⁴ Współczynnik miejsc parkingowych: stosunek wielkości powierzchni użytkowej [m²] przypadającej na 1 miejsce parkingowe.

¹⁵ Analizowane 29 obiektów w Krakowie i Warszawie.

¹⁶ Dane z 9 obiektów w Monachium, Berlinie, Frankfurt nad Menem, Stuttgarcie i Hamburgu.

i wskazuje tendencję. Stopniowo komunikacja zbiorowa i rowery wypierać będą korzystanie z indywidualnych samochodów, przynajmniej na trasach miejskich¹⁷.

Kolejnym sposobem na ograniczenie szkodliwego ruchu kołowego jest zabezpieczenie na parkingu w obiekcie miejsc przeznaczonych wyłącznie dla samochodów niskoemisyjnych, elektrycznych, lub korzystających z car-poolingu¹⁸. Miejsca takie rezerwowane są już niemal w każdym nowo powstającym, certyfikowanym budynku biurowym.

Powszechne stały się także strzeżone, kryte (np. zlokalizowane w garażu podziemnym) parkingi dla rowerów, połączone z szatniami i natryskami dla rowerzystów. W obecnej chwili wszystkie certyfikowane budynki wprowadzają to rozwiązanie do swoich inwestycji. Korzystanie z roweru zamiast samochodu przynosi niewątpliwe korzyści dla środowiska, ale również samego przedsiębiorstwa. Pracownicy zdrowi, wysportowani są zdecydowanie bardziej wydajni w pracy.

Stosowanie zasad zrównoważonego rozwoju w kontekście komunikacji budynku przynosi pracownikom niewątpliwą korzyść, jaką jest możliwość wyboru środka transportu.

5.3. Zagospodarowanie działki budowlanej

Niemale znaczenie ma również sposób zagospodarowania działki budowlanej. Zaleca się, aby tereny miejskie pozostawały gęsto, intensywnie zabudowane. Zabudowa zwarta pozwala zachować jak największe tereny biologicznie czynne pod miastem, oraz ogranicza długości dróg dojazdowych w mieście. Są to działania związane z przeciwdziałaniem wspomnianemu już zjawisku *urban-sprawl*.

W przypadku budynków biurowych ważne jest wyważenie proporcji pomiędzy powierzchnią zabudowy a powierzchnią działki. Powierzchnie typowego piętra i parteru powinny pozwalać na funkcjonalne korzystanie z budynku. Z drugiej strony jednak premiowane jest przeznaczenie części działki na funkcje rekreacyjne, najlepiej w otoczeniu zieleni.

Korzystne jest także projektowanie stropodachów i tarasów zielonych, użytkowych, najlepiej porośniętych zielenią ekstensywną. Zlokalizowane w niedalekiej odległości od miejsc pracy, te przestrzenie półprywatne, stają się miejscami odpoczynku i regeneracji użytkowników budynku. Widok z okna na tereny zielone, o który trudno w gęsto zabudowanych terenach miejskich, jest także szczególnie pożądanym dla regeneracji wzroku.

¹⁷ Dobrym przykładem jest Hamburg. Władze tego miasta opracowały *Green Network Plan*, plan sieci połączeń miejskich trasami spacerowymi i rowerowymi, którego celem jest całkowite wyeliminowanie samochodów w mieście w ciągu najbliższych 20 lat.

¹⁸ *Car-pooling* – system zwiększający liczbę pasażerów podróżujących jednym samochodem, np. przez wspólny dojazd do pracy osób mieszkających w pobliżu.

Wykorzystanie czynnych biologicznie dachów i tarasów, ma znaczenie także w kontekście zrównoważonego rozwoju. W gęsto zabudowanej tkance miejskiej, gdzie utrudniony jest przepływ powietrza i zaburzony bilans wodny, dodatkowo dominują materiały o dużej pojemności cieplnej (beton, ciemny kamień, cegła, asfalt itd.). W ciągu słonecznego dnia nagrzewają się i oddają ciepło w nocy i chłodniejszych okresach. Przyczynia się to do powstawania tzw. miejskich wysp ciepła¹⁹.



Rys. 1. Siedziba firmy ESO w Garching k/Monachium [30]



Rys. 2. Budynek SOLON w Berlinie,
proj. SFA Schulte-FrohlindeArchitekten, 2008 (fotografia autorki)

¹⁹ Miejska wyspa ciepła (ang. *urbanheat Island*) – zjawisko podniesienia średniej temperatury w mieście względem otaczających je terenów niezabudowanych. Różnica ta jest największa w godzinach nocnych. W największych miastach europejskich może wynosić nawet 10–15°C.

Na rysunkach 1 i 2 pokazano: przykład zielonego dachu na rozbudowanej części siedziby firmy ESO w Garching pod Monachium oraz zielony dach biurowca SOLON, uzupełniony dodatkowo o panele fotowoltaiczne montowane na zadaszeniach nad wejściem i wzdłuż elewacji budynku.

Dlatego szczególnie ważny jest dobór materiałów wykończeniowych poziomych, najbardziej narażonych na działanie promieni słonecznych, powierzchni – dachów, tarasów oraz nawierzchni w okolicy budynku. Powierzchnie biologicznie czynne, podobnie jak nawierzchnie w jasnym, odbijającym światło kolorze, oraz oczka wodne odbijają część promieniowania. Obszary porośnięte roślinnością oraz zbiorniki wodne poprawiają dodatkowo wilgotność i jakość powietrza w otoczeniu budynku.

5.4. Gospodarka wodna

Zasady zrównoważonego rozwoju zakładają także konieczność oszczędzania wody pitnej. Dostęp do niej na świecie nie jest nieograniczony, a zużycie nieustannie rośnie²⁰. W budynkach biurowych, w powszechnym użyciu jest już oszczędna armatura, o regulowanym przepływie wody, wyposażona w aeratory, uruchamiana przyciskiem lub automatycznie²¹. Podobnie rzecz ma się w przypadku spłuczek. Bezdotykowe rozwiązania są zarazem także najbardziej higieniczne. Redukuje się ilość wody zużywanej do spłukiwania. Stosowane dawniej zbiorniki 4/8 l zastępowane są przez mniejsze 3/6 l. Inwestorzy i użytkownicy przekonują się również do korzystania z bezwodnych pisuarów.

Mimo, że koszt inwestycji utrzymania jest wysoki i zwraca się dopiero po kilkudziesięciu latach, w budynkach biurowych pojawiają się już zbiorniki wody szarej, używanej następnie do spłukiwania toalet i wody deszczowej – do nawadniania roślinności na terenie działki oraz zielonych dachów i tarasów.

Technologia rozwiązań, mających na celu redukcję zużycia wody, powoduje że odbiorcy nie mają wpływu na bezpieczeństwo i komfort użytkowania. Odbiorcom przynoszą za to wymierne korzyści w postaci redukcji bieżących kosztów zakupu wody od miejskich przedsiębiorstw.

5.5. Zarządzanie energią

W świetle ogólnoswiatowych tendencji związanych ze zrównoważonym rozwojem jednym z najważniejszych aspektów projektowania architektonicznego stała

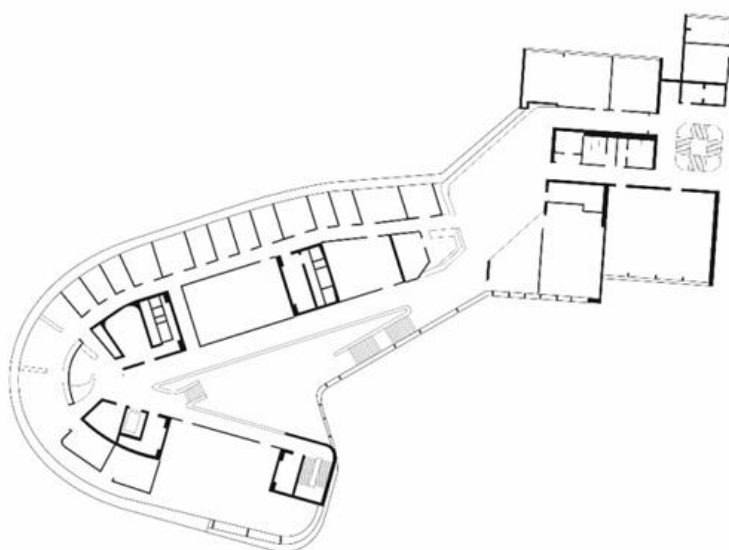
²⁰ Przykładowo – według danych Ministerstwa Środowiska w Polsce dysponujemy wodą pitną w ilości 4,5 m³/dobę na każdego mieszkańca, podczas gdy średnia europejska wynosi 11 m³/dobę na osobę. Pośród krajów Starego Kontynentu jedynie Norwegia dysponuje nadmiarem ilości wody pitnej.

²¹ Badania wskazują, że najwięcej wody traci się podczas uruchamiania baterii.

się optymalizacja zużycia energii, zarówno w trakcie przetwórstwa surowców i produkcji materiałów, na etapie procesu budowlanego, jak i eksploatacji budynku.

Zasadnicza część energii potrzebnej do funkcjonowania budynków biurowych, konsumowana jest przez systemy zapewniające właściwą temperaturę we wnętrzu, a w dalszej kolejności – instalację oświetleniową. Projektanci koncentrują się więc przede wszystkim na ograniczeniu zapotrzebowania i strat energii wskutek nadmiernej wymiany ciepła między wnętrzem, a otoczeniem – zapewnieniu szczelności budynków. Jednocześnie trwają nieustanne prace nad podniesieniem efektywności systemów instalacyjnych – wentylacji, ogrzewania i chłodzenia, oświetlenia i zarządzania budynkiem.

Kluczowa jest sama koncepcja architektoniczna. Zwarta bryła o stosunkowo niewielkiej powierzchni przegród zewnętrznych w stosunku do powierzchni całkowitej pozwala ograniczyć straty ciepła w okresie zimowym i nagrzewanie się wnętrza w lecie²². Z drugiej strony wydłużona elewacja, zwłaszcza mocno przeszklona, umożliwi oświetlenie światłem dziennym większych przestrzeni wewnętrznych, co ogranicza konieczność stosowania sztucznego oświetlenia, co korzystnie wpływa na komfort pracy, a także pozwala ograniczyć zużycie energii.



Rys. 3. Zentrum für Virtual Engineering (ZVE – Center for Virtual Engineering), Stuttgart, proj. UNStudio, 2012 (oprac. własne na podst. [9])

²² Powierzchnia całkowita kondygnacji mierzona jest na poziomie posadzki, po obrysie zewnętrznym budynku z uwzględnieniem tynków, okładzin i balustrad. Powierzchnia całkowita budynku jest sumą powierzchni całkowitych wszystkich kondygnacji budynku. (Według obowiązującej normy PN-ISO 9836:1997, Właściwości użytkowe w budownictwie – Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych).

Forma budynku i jego układ funkcjonalny są zależne także od innych czynników, głównie urbanistycznych: wielkości i kształtu działki budowlanej oraz otaczającej zabudowy (gęstości, wysokości itd.). Przemysłany schemat funkcjonalny obiektu, opracowany z uwzględnieniem potrzeb funkcjonalnych, ale również uwarunkowań otoczenia, stron świata i przeważających kierunków wiatru, jest podstawą znalezienia kompromisu pomiędzy wygodą użytkownika a ekologią i opłacalnością.

Przykładem budynku zaprojektowanego z uwzględnieniem lokalnych uwarunkowań klimatycznych jest Zentrum für Virtual Engineering (ZVE – Center for Virtual Engineering) w Stuttgarcie. Forma tego obiektu została ukształtowana z uwzględnieniem przeważających kierunków wiatrów oraz nasłonecznienia w cyklu dobowym i rocznym. Organiczny kształt wynika z dążności do zachowania optymalnej powierzchni rzutu, przy jednoczesnym ograniczeniu wielkości powierzchni ścian zewnętrznych. Opływową formę ma także siedziba główna firmy ADAC w Monachium. Budynek składa się z pięciokondygnacyjnej bazy i dwudziestotrzykondygnacyjnej wieży nasadzonej na jedno ze skrzydeł. Organiczny, rozczłonkowany plan zapewnia optymalny podział przestrzeni wewnętrznej – z wydzieleniem stref komunikacyjnych, obszarów pracy i jednocześnie wewnętrznego atrium, będącego miejscem spotkań i rekreacji pracowników.



Rys. 4. Budynek ADAC w Monachium, proj. Sauerbruch-Hutton, 2012 – rzut kondygnacji biurowej bazy (oprac. własne na podst. [11])

Działania podejmowane w celu ograniczenia wymiany ciepła pomiędzy wnętrzem i zewnątrz, zmierzają przede wszystkim do zapewnienia szczelności budynku. Rozwiązania takie wymuszane są także przez zaostrzające się przepisy

prawa²³. Zgodnie z nimi współczynnik przenikania ciepła U dla wybranych przegród pomieszczeń ogrzewanych powinien mieć wartość podaną w tabeli 1.

Aby osiągnąć wymagane (lub lepsze – w przypadku budynków nisko- i zero-energetycznych) współczynniki, stosuje się zwiększone grubości izolacji termicznych lub zaawansowane systemy izolacji – np. panele VIP²⁴.

Tabela 1. Współczynnik przenikania ciepła U dla wybranych przegród pomieszczeń ogrzewanych (zgodnie z przepisami prawa)

Rodzaj przegrody	Współczynnik przenikania ciepła $U_{(MAX)}$ [W/(m ² K)]		
	od 01.01. 2014 r.	od 01.01. 2017 r.	od 01.01. 2021 r.
Ściana zewnętrzna	0,25	0,23	0,20
Dach, stropodach	0,20	0,18	0,15
Strop na pomieszczeniu nieogrzewanym (np. garażem)	0,25	0,25	0,25
Okna, drzwi balkonowe, i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne (elewacja szklana)	1,3	1,1	0,9

Największym wyzwaniem dla inżynierów pozostaje zapewnienie odpowiednich własności termicznych przegród przezroczystych. Elewacje budynków biurowych projektowane są zazwyczaj jako kurtynowe, całoszklane. Projektanci budują w ten sposób wizerunek obiektu – nowoczesnego, zaawansowanego technologicznie, bezsprzecznie przeznaczonego na cele biurowe. Użytkownicy zyskują dużą ilość naturalnego światła słonecznego we wnętrzach. Problemem jest przenikanie ciepła przez powierzchnie szklane i profile okienne. Nawet w przypadku sprawnie i intensywnie działającej instalacji grzewczej/chłodzącej pojawia się także poczucie dyskomfortu termicznego, wywołanego promieniowaniem (termicznym) wychłodzonych lub nagrzanych powierzchni szklanych.

Oddzielnym zagadnieniem jest problem nagrzewania powietrza wewnętrznego wskutek operacji słońca. W przeszklonych budynkach biurowych łatwo o efekt

²³ Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie określiło wymagania izolacyjności cieplnej przegród budowlanych, obowiązujące odpowiednio od 2014, 2017 i 2021 r.

²⁴ Panele VIP (*ang. Vacuum Insulation Panel*) – panele izolacyjne, próżniowe. Składają się ze sztywnej obudowy, odpornej na działanie ciśnienia atmosferycznego, wykonanej z wysoko porowatego materiału (np. spieniony silikat, aerożel, perlit, włókno szklane), pokrytej membraną zapobiegającą dostawaniu się powietrza do wnętrza.

szklarni. Promienie słoneczne wpadające do pomieszczeń mogą również wywoływać efekt olśnienia.

W celu ograniczenia niekorzystnych zjawisk stosuje się zestawy okienne trójszybowe, zespolone. Dodatkową izolację uzyskuje się przez wypełnienie pustek międzyszybowych argonem. W użyciu jest także szkło niskoemisyjne, przepuszczające maksymalną ilość światła, a zatrzymujące ciepło. Uszczelnienie przegród szklanych, przy jednoczesnym zapewnieniu ich przejrzystości, jest szczególnie ważne dla zapewnienia komfortu termicznego użytkowników. Pozwala zachować jednorodną, niezależnie od odległości od ściany zewnętrznej, temperaturę we wnętrzach.

Przykładem zastosowania zaawansowanych technik elewacyjnych jest wspomniana wcześniej siedziba firmy ADAC w Monachium. W budynku tym wykonano fasadę podwójną. Do oszklenia powłoki zewnętrznej wykorzystano szkło laminowane, o wysokiej izolacyjności i przejrzystości. Do wypełnienia powłoki wewnętrznej użyto szkła niskoemisyjnego (E-ThermalInsulation Glass).

Z kolei fasada w budynku RHW.2 w Wiedniu, uważanym za pierwszy pasywny biurowiec na świecie, została wykonana jako potrójna. Pomiędzy zestawami szklanymi umieszczone są ekrany odbijające promienie słoneczne, dostosowujące się automatycznie do kierunku padania światła i jego natężenia, na podstawie odczytu z czujek umieszczonych w elewacji. Sterowanie odbywa się przez system BMS.



Rys. 5. Budynek ADAC w Monachium, proj. Sauerbruch-Hutton, 2012
(fotografia autorki)



Rys. 6. Budynek RHW.2 – Raiffeisenhaus w Wiedniu, proj. Atelier Hayde Architekten, Architekt Maurer, AW Architekten, 2012 (fotografia autorki)



Rys. 7. Züblinhaus, Stuttgart, proj. MHM Architects, 2012 [31]

Problem nadmiernego przenikania słonecznego rozwiązuje się przez systemy przesłon słonecznych. Te zewnętrzne są najbardziej skuteczne, ponieważ zatrzymują promieniowanie słoneczne przed elewacją i pozwalają nagrzewać się taflom szklanym, dzięki czemu ciepło nie przenika do wnętrza. Są to stałe lamele i łamacze światła (fr. *brisesoleil*), ruchome rolety i żaluzje. Dla zapewnienia optymalnej skuteczności ruchomych przesłon, sterowanie nimi włącza się do systemu BMS. Pracownicy czują się jednak bardziej komfortowo, jeżeli – niezależnie – mogą regulować dopływ światła ręcznie, w zależności od indywidualnych potrzeb.

Przykładem budynku o niezwykle interesującej wizualnie fasadzie, której stałe elementy zostały zaprojektowane jednocześnie z myślą o ochronie przeciwsłonecznej, jest Züblinhaus w Stuttgarcie. Pionowe lamele, o niepowtarzalnych formach są wykonane z lokalnych gatunków drewna, w całości prefabrykowane.

Fasada budynku Q1 – siedziby firmy Thyssenkrupp w Essen, została zaprojektowana z wykorzystaniem ruchomych przesłon zewnętrznych. Elementy te sterowane są automatycznie na podstawie pomiaru natężenia światła na elewacji. Otwierają się i zamykają w zależności od kierunku padania światła.



Rys. 8. Budynek Q1 – siedziba firmy Thyssenkrupp w Essen, proj. JSWD Architekten, Chaix & Morel et Associés, 2010 [26]

Rozwiązaniem korzystnym z punktu widzenia użytkowników, a jednocześnie pozwalającym na optymalizację zużycia energii przeznaczonej na oświetlenie przestrzeni pracy jest system sterowania oświetleniem sztucznym w zależności od natężenia oświetlenia naturalnego (*Day Light Control System*). Instalacja ta, zarządzana przez BMS, jest często zintegrowana z czujkami obecności w pomieszczeniach biurowych²⁵ i zapewnia odpowiednią ilość światła we wnętrzu, w zależności od warunków na zewnątrz i zapotrzebowania (obecności pracowników w konkretnych pomieszczeniach). System inteligentnego sterowania oświetleniem sztucznym zastosowano przykładowo w Tour Total w Berlinie, oraz w polskich budynkach – Kapelanka 42, Green Corner. Po ograniczeniu strat energii, przychodzi kolej na optymalizację instalacji HVAC²⁶. Klasyczny system klimatyzacji, działający w oparciu o jednostkę centralną, powietrzem rozprowadzanym kanałami pod stropem, z anemostatami w suficie podwieszonym, rozmieszczonymi równomiernie na powierzchni biurowej, jest mało efektywny energetycznie. Ponadto często wywołuje u pracowników uczucie dyskomfortu spowodowanego efektem przeciągu (w gorących okresach strumień lodowatego powietrza z nawiewników bywa bardzo silny). W najnowszych rozwiązaniach technicznych, opartych o zasady zrównoważonego rozwoju, następuje powrót do naturalnych sposobów regulacji ciepłej wewnątrz. Coraz popularniejsza staje się termiczna aktywacja masywnych elementów konstrukcyjnych. Dotyczy to głównie żelbetowych stropów²⁷. Zaletą tego rozwiązania jest działanie bezpośrednio w strefie przebywania ludzi – tuż przy podłodze i możliwość uzyskania komfortowej temperatury, jednakowej na całej powierzchni.

O tym, jak zastosowanie nowoczesnych technologii wpływa na oszczędność energii i komfort użytkowników może świadczyć przebudowa siedziby Deutsche Bank we Frankfurcie nad Menem. Budynek ten, powstały w latach 1979-1984, przeszedł gruntowną modernizację w okresie od 2006 do 2011 roku, w wyniku czego o 50% spadło zapotrzebowanie na energię. Badania fasady przed i po przebudowie wykazały, że nowe zestawy szklane (potrójne szklenie) zatrzymują o 2/3 ciepła pochodzącego od słońca więcej. Jednocześnie przebudowany budynek zachował oryginalny wygląd zewnętrzny. Dodatkowo, realizacja ta jest najlepszym przykładem, że nowatorskie rozwiązania techniczne mogą być również zastosowane w starej skorupie, bez rozbiórki rdzenia. W tym przypadku aktywacja termiczna

²⁵ Powszechnie jest już stosowanie czujek ruchu w przestrzeniach wspólnych (sanitariaty, korytarze, klatki schodowe, garaże, itd.).

²⁶ Instalacje HVAC (ang. *Heating – Ventilation – AirConditioning*) – instalacje ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji.

²⁷ Stropy aktywowane termicznie, grzewczo chłodzące – w grubości płyty żelbetowej rozprowadzona jest gęsta siatka cienkich rur PE, przez które – w zależności od potrzeby – przepływa zimna (16–19°C) lub ciepła (28–32°C) woda. Temperatura wody powoduje wychłodzenie lub nagrzanie się stropu i dalej – przez promieniowanie stopniowe oddawanie temperatury do wnętrza budynku. Technologia ta wykorzystuje zdolność do akumulacji ciepłej masywnej przegrody, jaką jest żelbetowy strop.

stopów – niemożliwa do wykonania w tradycyjny sposób, przez rozprowadzenie rur w grubości przegród – została wykonana jako gęsta siatka cienkich aluminiowych rur bezpośrednio pod stropami.

Podobnie może działać naturalna wentylacja (przewietrzanie) pomieszczeń, zapomniana na długie lata zachwytu nowoczesną techniką instalacyjną. Jest to rozwiązanie przyjazne dla użytkowników, redukujące syndrom chorego budynku. Aby sprostać wymogom budownictwa energooszczędnego wentylację naturalną należy wyposażyć w sterowanie automatyczne (np. przewietrzanie nocne²⁸), lub przynajmniej włączyć do systemu BMS²⁹.



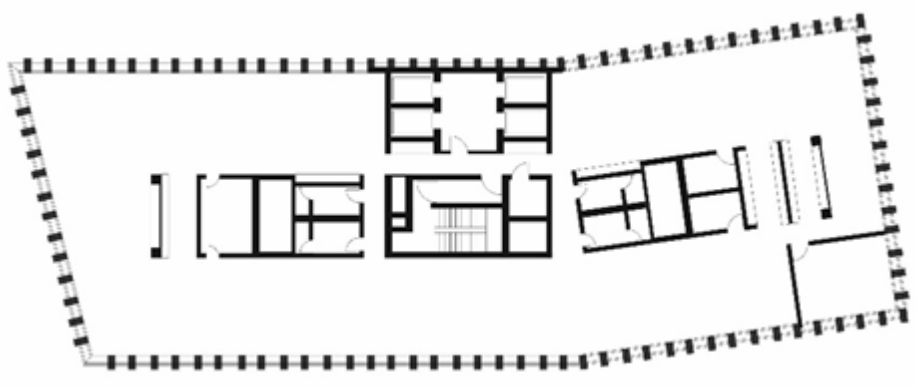
Rys. 9. Siedziba Deutsche Bank we Frankfurcie nad Menem, budynek – proj. Walter Hanig, Heinz Scheid, Johannes Schmidt, 1984; przebudowa – proj. MBA Mario Bellini Architects S.r.l, gmpArchitekten von Gerkm, 2011 (fotografia własna)

Coraz większy nacisk kładzie się także na układ funkcjonalny budynku i orientację budynku, zapewniające możliwość zarówno naturalnego przewietrzania, jak

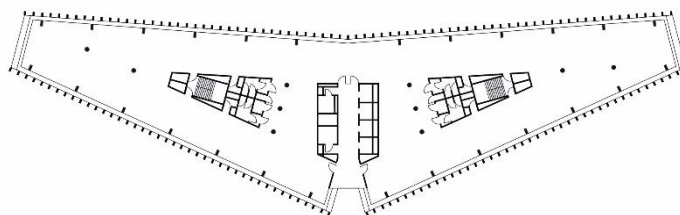
²⁸ Przewietrzanie nocne – sposób na naturalne wychłodzenie budynku w okresie letnim. Okna, często zabezpieczone przed działaniem niekorzystnych warunków atmosferycznych jak deszcz, otwierane są automatycznie na noc i zamykane rano. Ten naturalny sposób na ochłodzenie powietrza wewnątrz budynku pozwala znacznie zredukować nakłady energetyczne na tradycyjne systemy klimatyzacji działające w ciągu dnia.

²⁹ Naturalne przewietrzanie pomieszczeń odciąża system instalacji wentylacji mechanicznej. Otwarcie okien powoduje zmniejszenie wymaganego strumienia powietrza, nawiewanego przez systemy instalacyjne. Włączenie sygnału „otwarcie okien” do systemu BMS pozwala na regulację efektywności wentylacji mechanicznej oraz wyłączenie klimatyzacji, a zatem oszczędność energii.

i oświetlenia światłem dziennym całej powierzchni piętra. Istotne jest tu dobranie właściwych proporcji rzutu, głównie głębokości traktu, oraz właściwe usytuowanie bryły względem stron świata i przeważających kierunków wiatrów. W ten sposób zaprojektowano budynek Tour Total w Berlinie, a także warszawski Green Wings.



Rys. 10. Tour Total w Berlinie, proj. Barkow Leibinge, 2012 – rzut powtarzalnej kondygnacji biurowej (oprac. własne na podst. [8])



Rys. 11. Green Wings w Warszawie, proj. JEMS Architekci, 2014 – rzut powtarzalnej kondygnacji biurowej (oprac. własne)

5.6. Materiały budowlane i wykończeniowe

Przy doborze technologii i materiałów budowlanych, trzymając się zasad zrównoważonego rozwoju, stosuje się wspomnianą już zasadę 3R: Reduce – Reuse – Recycle³⁰. W pierwszej kolejności należy zastanowić się, czy wznoszenie nowego obiektu jest niezbędne. O ile to możliwe, najlepiej wykorzystać istniejącą strukturę, oszczędzając tym samym zarówno teren, jak i surowce na materiały budowlane. Modernizacja i adaptacji istniejących budynków, pomaga także w budowaniu tra-

³⁰ Ograniczaj (ang. *reduce*) – użyj ponownie (ang. *reuse*) – utylizuj (ang. *recycle*).

dycji miejsca. Jeśli już powstanie nowego budynku z funkcjonalnego lub użytkowego punktu widzenia jest konieczne – należy wówczas rozważyć wykorzystanie materiałów pochodzących z rozbiórki innej budowli, ewentualnie – recyklingu, uwzględniając w tym także proces ich wytwarzania³¹.

Doskonałym przykładem ponowne wykorzystania materiałów budowlanych jest przebudowa Silberturm (Silver Tower) we Frankfurcie nad Menem. Budynek, pochodzący z 1978 r., został zmodernizowany w latach 2009-2011. Fasada obiektu została wówczas rozebrana w całości. Po wymianie zestawów szklanych i wykonaniu niezbędnych izolacji, jej elementy zostały ponownie wykorzystane jako okładzina zewnętrzna pełnych ścian. Uzyskano większą izolacyjność termiczną ścian, zachowując jednocześnie pierwotny, elegancki wyraz budynku.



Rys. 12. Silberturm (Silver Tower) we Frankfurcie nad Menem, budynek – proj. ABB Architekten, Becker, Becker+Partner Scheid, 1978; przebudowa – proj. Schneider+Schumacher, Bau- und Projektmanagement, 2011 (fotografia własna)

Stosowanie materiałów budowlanych nowych, lub pochodzących z recyklingu nie powinno mieć znaczenia z użytkowego punktu widzenia. Gwarantują to atesty budowlane. Udowodnione jest za to, że pracownicy lepiej identyfikują się ze swo-

³¹ Należy rozważyć, czy proces przetworzenia istniejącego materiału będzie korzystniejszy niż wydobycie surowca i jego obróbka pod kątem uzyskania docelowego wyrobu. Zdarza się, że proces technologicznych obróbki gotowych materiałów jest tak wysoko energochłonny, że użycie materiałów z recyklingu, w porównaniu z materiałami nowymi, staje się nieekologiczne (nakład energetyczny i emisja CO₂) i nieoptymalne.

im biurem, jeżeli wykończone zostało w sposób nawiązujący do tradycji miejsca, przy użyciu lokalnych materiałów. Takie rozwiązania są również korzystne w kontekście ochrony środowiska. Wykorzystanie produktów dostępnych w okolicy znacznie skraca drogę transportu surowców.

Niezależnie od pochodzenia, materiały budowlane i wykończeniowe muszą być nietoksyczne, a zatem – nieszkodliwe dla użytkowników budynku. Uwarunkowanie to dotyczy zwłaszcza farb, lakierów, wykładzin, a więc tworzyw sztucznych, które wskutek niewłaściwych technologii wytwarzania, bywały emitarami lotnych substancji organicznych, szkodliwych dla człowieka.

5.7. Jakość środowiska wewnętrznego

Na jakość środowiska wewnętrznego składają się głównie oświetlenie (w przypadku pomieszczeń pracy – także oświetlenie światłem naturalnym), jakość powietrza (ilość, wilgotność, stopień czystości) i poziom hałasu. Jest to kryterium społeczne, którego celem jest zapewnienie odpowiednich warunków do pracy użytkownikom budynku.

Mikroklimat badany ocenia się po zakończeniu prac budowlanych. Aby jednak osiągnąć właściwe parametry, należy przyjąć rozwiązania konstrukcyjne, materiałowe i instalacyjne, zgodnie z zasadami opisanymi powyżej.

6. WNIOSKI

Zrównoważone projektowanie jest tendencją zapoczątkowaną z myślą o dobrostanie ludzi, zarówno w obecnym, jak i przyszłym pokoleniu. Wśród ludzkich potrzeb wymienia się te związane z dostępem do źródeł i zasobów naturalnych, czystości środowiska, oraz komfortu użytkowania budynków. Aspekty te są podkreślane i oceniane przez wszystkie wiodące, wielokryterialne systemy oceny budynków. Certyfikowane budynki charakteryzują się wysoką jakością zarówno środowiska wewnętrznego, jak i dbałością o otoczenie, są zatem przyjazne zarówno dla ich użytkowników, jak i innych mieszkańców miast. Stąd wniosek, że budownictwo zrównoważone przynosi korzyści czysto użytkowe (ergonomiczne), jak również ekologiczne.

Polskie budownictwo biurowe pozostaje wciąż nieco w tyle za standardem zachodnioeuropejskim, prezentowanym w niniejszym opracowaniu na przykładach niemieckich. Coraz powszechniejsze stosowanie międzynarodowych systemów wielokryterialnej oceny budynków, narzucających wysoki standard projektowy, powoduje jednak szybkie zacieranie się tych różnic.

LITERATURA

- [1] Castegini G., Fahlbusch M., Tessmann O., Krawer O., Arnold U., Sphäre Deutsche Bank, Frankfurt am Main, Stahlbau, 9/2013 (82), Ernst&Sohn, Berlin 2013, s. 659-699.
- [2] Dressler H., Der Tour Total. Architekturbeton in Perfektion, DBZ Deutsche Bauzeitschrift, 2/2013 (61), Bertelsmann Fach-Ztschr., Gutersloh 2013, s.76-78.
- [3] Franus E.: Struktura i ogólna metodologia nauki ergonomii, Towarzystwo Autorów i Wydawców Prac Naukowych „Universitas”, Kraków 1992.
- [4] Gary G., Riffeisenhaus-Zubau, Wien. Eine energetische Meisterleistung, Zement + Beton 2/2013. Verinigung der Österreichischen Zementindustrie, Wiedeń 2013, s. 36-41.
- [5] Grüne Bilanzen. Neue Deutsche Bank Türme, Frankfurt a.M., DBZ Deutsche Bauzeitschrift 9/2011 (59), Bertelsmann Fach-Ztschr., Gutersloh 2011.
- [6] Jaeger F. P., Die offene Mitte. Konzernzentrale der ThyssenKrupp AG, Essen, DBZ Deutsche Bauzeitschrift 11/2010, Bertelsmann Fach-Ztschr., Gutersloh 2010, s. 30-37.
- [7] Kappelt H., Klimaschutz-Musterbau. Passive Bürohochhaus RHW 2, Wien, IndustrieBAU, 5/2013, VincentzVerl., Hannover 2013, s. 20-23.
- [8] Kronthaller K., Schattenspiel. Tour Total, Berlin, IndustrieBAU, 2/2013, VincentzVerl., Hannover 2013, s. 34-37.
- [9] Kronthaller K., Schönheit muss reifen. Erwtung der Konzernzentrale Züblin, Stuttgart, IndustrieBAU, 2/2014 VincentzVerl., Hannover 2014, s. 50-53.
- [10] Kronthaller K., Wiederbelebung Deutscher Industriegeschichte, IndustrieBAU, 4/2014, VincentzVerl., Hannover 2014, s. 105.
- [11] Meinig M., Neues Landmark für den Münchener Westen. ADAC_Zentrale, München, IndustrieBAU, 5/2011, VincentzVerl., Hannover 2011, s.42-49.
- [12] Paret L., Zwei Türme für ein Tour Total von Barkow Leibinger, Bauwelt, 28/2013 (104), Gutersloh: Bertelsmann Fach-Ztschr., 2013, s. 22-27.
- [13] Schäubling R., Thoma K., Die neuen Deutsche-Bank-Türme. Offenes und nachhaltiges Gebäude, Umriss – Zeitschrift für Baukultur, 3/4/2011 (11), Frankfurt am Main 2011, s. 137-140.
- [14] Sollund Haben, IndustrieBAU, 4/2014, VincentzVerl., Hannover 2014, s. 60.
- [15] Staniek B., Büroorganisationsformen. Bürobauatlas. Grundlagen, Planung, Technologie, Arbeitsqualitäten, pod red: Eisele J., Staniek B., Callwey, Monachium 2005, s. 54-67.
- [16] Willhard R., Outsider In. Silvertower Frankfurt a.M., DBZ Deutsche Bauzeitschrift 10/2012 (60), Bertelsmann Fach-Ztschr., Gutersloh 2012, s. 24-29.
- [17] Złowodzki M., O ergonomii i architekturze, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2008.
- [18] BRE Global, BREEAM. New Construction. Non-Domestic Buildings. Technical Manual SD5073-2.0.2011.
- [19] BRE Global, BREEAM. The world's foremost environmental assessment method and rating system for buildings, 2011.
- [20] Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V., Brochure, 2009.
- [21] Komisja Europejska: Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu, Bruksela 2010.
- [22] PN-ISO 9836:1997 Właściwości użytkowe w budownictwie – Określanie i obliczanie wskaźników powierzchniowych i kubaturowych.

- [23] U.S. Green Building Council: LEED 2009 for new construction and major renovations.
[24] U.S. Green Building Council: LEED v4 for Building design and construction.
[25] pl.wikipedia.org/wiki/Architektura_high-tech (2015-05-02).
[26] pl.wikipedia.org/wiki/Zrównoważony_rozwój (2015-05-01).
[27] www.archdaily.com/326747/q1-thyssenkrupp-quarter-essen-jswd-architekten-chaix-morel-et-associes (2015-02-23).
[28] www.iea.cc/whats/index.html (2015-05-02).
[29] www.eesi.org/files/climate.pdf (2015-05-02).
[30] www.eso.org/public/poland/news/eso1350 (2015-02-23).
[31] www.mhm-architects.com (2014-12-28).

SUSTAINABLE CONSTRUCTION, AS A FACTOR IN WORKPLACE ERGONOMICS EXEMPLIFYING OFFICE BUILDINGS IN POLAND AND GERMANY

Summary

In the following article, the author will focus on these aspects of sustainable design, that refer to office work environment.

The first issue is building location. It is recommended to choose plots situated in city centers or business districts, that are already urbanized, with all technical infrastructure needed. Such location saves natural landscape, as well as lowers costs and energy expenditure if investments. Users of the building on the other hand, find it easier to commute to work and ensures access to necessary services near their workplace.

Afterwards, the issue of functional office building layout, some technical, environmental-friendly solution were presented. There were specified some modern energy-saving solutions and ways of acquiring energy out of renewable sources. Functional plans providing sun-lighting in office spaces and sun-protection systems, as well as HVAC and lighting zoning will be disputed among them.

Author of these elaboration set a thesis of a dependence on environmental friendly solutions and comfort of use. To prove these assumption, there will be presented some office buildings, that are designed with care of both ecology and potential occupants. Most of them are situated in Poland – Cracow and Warsaw. To compare, some German examples will be brought. It aimed to demonstrate that the certified eco-friendly office buildings are also more ergonomic and friendly than traditional offices.

Keywords: office building, ergonomics, sustainable development, environment

