

Anna Taczalska-Ryniak (anna.taczalska@pk.edu.pl)

 <https://orcid.org/0000-0003-4857-9712>

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Architektury

Projektowanie zrównoważonych budynków biurowych

Sustainable office building design

Streszczenie

Publikacja jest artykułem przeglądowym, w którym analizowane są różnorodne aspekty projektowania obiektów biurowych w kontekście aktualnych uwarunkowań prawnych i technicznych oraz oczekiwań użytkowników tych obiektów. Analiza kryteriów oceny budynków w procesach popularnych, wielokryterialnych ocen budynków oraz szerzej – zasad zrównoważonego rozwoju, stanowi podstawę do prezentacji wybranych aspektów projektowania zielonych biurowców.

Słowa kluczowe: budynek biurowy, projektowanie budynków biurowych, zrównoważony rozwój, ekologia

Abstract

The publication is a review article that analyses various aspects of office building design in the context of current legal and technical conditions, and the expectations of the users of these buildings. The analysis of building evaluation criteria in popular multi-criteria building assessment processes, and the principles of sustainable development more broadly, forms the basis for the presentation of selected aspects of green office building design.

Keywords: office building, office building design, sustainable development, ecology

1. WSTĘP

W trzeciej dekadzie XXI wieku, w świetle dynamicznie postępujących zmian klimatycznych i w obliczu potężnego, światowego kryzysu paliwowego zagrożenia oszczędności energii i poszanowania klimatu szczególnie zyskują na znaczeniu. Pojęcie zrównoważonego rozwoju, po raz pierwszy użyte i zdefiniowane podczas obrad Światowej Komisji do spraw Środowiska i Rozwoju ONZ w 1987 roku, coraz częściej pojawia się już nie tylko w publikacjach naukowych, ale i w aktach prawnych, a nawet codziennych mediach.

Z uwagi na znaczący udział sektora budowlanego zarówno w światowym zużyciu energii, jak i w emisji dwutlenku węgla i innych lotnych substancji do atmosfery coraz więcej uwagi poświęca się także zrównoważonemu projektowaniu. Jednocześnie zaostrzane są przepisy techniczno-budowlane i wytyczne projektowe dla nowych i modernizowanych obiektów. W tym kontekście pojawia się pytanie, czy obecnie jest jeszcze możliwe i racjonalnie uzasadnione projektowanie budynków, w szczególności biurowych, których nie można nazwać zielonymi.

2. PROJEKTOWANIE ZRÓWNOWAŻONYCH BUDYNKÓW BIUROWYCH W ŚWIETLE UWARUNKOWAŃ PRAWNYCH I OCZEKIWAŃ SPOŁECZNYCH

Obecnie sektor budownictwa ma znaczący udział zarówno w globalnej emisji dwutlenku węgla, jak i w światowym zużyciu energii. Według danych Organizacji Narodów Zjednoczonych, publikowanych w corocznym raporcie *Global Status Report for Buildings and Construction* (UN Environment Programme, 2023) w 2002 roku emisja dwutlenku węgla w procesie produkcji materiałów budowlanych, realizacji nowych obiektów i utrzymaniu tych istniejących wynosiła aż 37% całej światowej emisji, a zapotrzebowanie na energię do tych procesów – 38% całego światowego zużycia. Należy pamiętać, że wspomniana analiza obejmuje większość państw na świecie, a więc zarówno kraje wysoko rozwinięte, jak i te rozwijające się, gdzie standard budownictwa jest znacząco niższy. Ale dane, które dla państw Europy podaje Polskie Stowarzyszenie Budownictwa Zrównoważonego (PLGBC), nie odbiegają znacznie od tych ogólnoświatowych. Według opracowania pn. *Szacowanie śladu węglowego budynków. Mapa drogowa dekarbonizacji budownictwa do roku 2050* (PLGBC, 2022a) europejski sektor budowlany odpowiada za 36% emisji CO₂ i aż 40% zużycia energii.

Z tego powodu działania mające na celu między innymi podniesienie efektywności energetycznej budynków i zmniejszenie ich emisyjności wpisują się w strategię walki ze skutkami zmian klimatu Unii Europejskiej. Należy tu wspomnieć przede wszystkim o planie działania pn. *Europejski Zielony Ład*, którego celem jest osiągnięcie neutralności klimatycznej kontynentu do roku 2050, a do 2030 – redukcja poziomu emisji dwutlenku węgla o 55% względem poziomu notowanego w 1990 roku (Parlament Europejski, 2020). W ramach tego planu przygotowany jest pakiet połączonych ze sobą przepisów *Fit for 55*, a także prowadzonych jest

szereg działań wspierających m.in. wdrażanie systemu gospodarki o obiegu zamkniętym czy wspieranie gospodarstw domowych w zielonej transformacji.

Także krajowa legislacja zmierza w kierunku zaostrzenia przepisów o energochłonności budynków. Zasady m.in. realizacji obowiązku uzyskania oszczędności energii reguluje Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz.U. 2016, poz. 831, z późn. zm.). Obowiązek sporządzania świadectw energetycznych dla budynków, a więc kontroli poziomu ich emisyjności i energochłonności, narzuca z kolei Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz.U. 2014, poz. 1200, z późn. zm.).

Konkretne wymogi i ograniczenia projektowe są zapisane także w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2002, poz. 1225, z późn. zm.). W pierwotnej wersji tego rozporządzenia, uchwalonego przecież już w XXI wieku, w dziale X poświęconym oszczędności energii i izolacyjności cieplnej określano jedynie graniczne zapotrzebowanie na energię końcową (cieplną) dla budynków mieszkalnych. Budynki użyteczności publicznej, do których zaliczają się obiekty biurowe, miały jedynie spełniać określone wymagania w zakresie izolacyjności przegród zewnętrznych i tych oddzielających pomieszczenia o różnej funkcji, a więc i różnej – projektowanej – temperaturze wewnętrznej. W aktualnej wersji rozporządzenia określone są graniczne wartości zapotrzebowania budynków na energię pierwotną (EP), z rozróżnieniem na funkcje budynków. Najostrzejsze wymagania stawiane są teraz właśnie budynkom użyteczności publicznej, w tym budynkom biurowym. Dla projektowanych wspólnie, tj. po 31 grudnia 2021 roku, biurowców graniczna wartość EP określona została na poziomie 45 kWh/(m²·rok). To już zbliża te budynki do standardu budynków niskoenergetycznych, dla których umownie granica ta została ustalona na poziomie 40 kWh/(m²·rok).

Należy przy tym zauważyć, że konieczność spełnienia aktualnych przepisów techniczno-budowlanych dotyczy nie tylko nowo projektowanych obiektów, ale także tych poddawanych przebudowie. Intencją ustawodawców było zatem systematyczne podnoszenie jakości technicznej budynków w Polsce, w tym z uwzględnieniem energochłonności i emisyjności budynków. Mając na uwadze szacunki prezentowane w raporcie PLGBC (2022a), z których wynika, że obecnie około 75% budynków na terenie Unii Europejskiej jest nieefektywnych energetycznie, co więcej, że około 85–95% z nich będzie wciąż w użytku w roku 2050, należy stwierdzić, że podnoszenie efektywności energetycznej istniejącej tkanki powinno być obecnie priorytetem wszystkich zaangażowanych w proces projektowo-budowlany.

Sami użytkownicy budynków przykładają także coraz większą wagę do kwestii środowiskowych, a więc i oczekują wdrażania zrównoważonych rozwiązań w obiektach przez nich użytkowanych. Wskazują na to wyniki badań o światowym zasięgu¹, prezentowane

¹ Mowa o badaniu przeprowadzonym przez JLL w krajach Ameryki Północnej (w USA, Kanadzie), Europy (w Szwecji, Niemczech, Holandii, Francji, Wielkiej Brytanii, Hiszpanii, Portugalii i we Włoszech) oraz Azji i Pacyfiku (w Chinach, Indiach, Japonii, Australii, Tajlandii, Malesji, Sumatrze, Papui-Nowej Gwinei i Korei Południowej).

w publikacji JLL *Decarbonizing the Built Environment* (2021). Ze stwierdzeniem: „Zrównoważony rozwój jest coraz istotniejszy w naszej strategii rozwojowej” zdecydowanie zgodziło się 53% oraz zgodziło się kolejne 36% ankietowanych najemców przestrzeni biurowych. Łącznie daje to aż 89% twierdzących odpowiedzi. Ci sami ankietowani w 44% zdecydowanie zgodzili się, a w 42% zgodzili się ze stwierdzeniem, że „nieustannie poszukują sposobów wprowadzania innowacji lub przyspieszenia inicjatyw w zakresie zrównoważonego rozwoju”. Podobne zaangażowanie w kwestie zrównoważonego rozwoju notuje się wśród inwestorów. 36% ankietowanych inwestorów złożyło zdecydowaną deklarację, a kolejne 46% deklarację „nieustannego poszukiwania sposobów na innowacje lub przyspieszenie zrównoważonych inicjatyw”.

Co więcej, badania przeprowadzone przez naukowców z King’s College w Londynie pokazują, że zaangażowanie w kwestie zrównoważonego rozwoju rośnie odwrotnie proporcjonalnie do wieku (The Policy Institute, King’s College London, 2021). Na pytanie, czy troska o środowisko powinna mieć wyższy priorytet niż wzrost gospodarczy, „zdecydowanie tak” odpowiedziało 18%, a „raczej tak” 26%, a więc łącznie 44% respondentów ankiety z pokolenia Baby boomers². W pokoleniu X³ łączny odsetek twierdzących odpowiedzi był jednakowy jak w pokoleniu Baby boomers z tą różnicą, że nieco więcej (19% respondentów) odpowiedziało „zdecydowanie tak”, a nieco mniej (25%) „raczej tak”. Wśród młodszych pokoleń widać już wyraźną zmianę. Łącznie 57% respondentów z pokolenia millenialsów⁴ udzieliło twierdzącej odpowiedzi, przy czym „zdecydowanie tak” odpowiedziało 25%, a „raczej tak” 32%. Wśród najmłodszych respondentów ankiety, przedstawicieli pokolenia Z⁵, przekonanie o znaczeniu troski o środowisko, nawet kosztem wzrostu gospodarczego, jest największe. 28% ankietowanych z tej grupy wiekowej zdecydowanie zgodziło się, a kolejne 37% zgodziło się z powyższym stwierdzeniem. Łącznie jest to aż 65% odpowiedzi twierdzących. Na podstawie wyników tego badania można prognozować, że poparcie społeczne dla zrównoważonych działań, w tym zrównoważonego projektowania, będzie wzrastać wraz z nieuchronną wymianą pokoleń.

Zrównoważone działania projektowe coraz częściej są także wdrażane w praktyce. Potwierdzają to statystyki dotyczące certyfikacji budynków w Polsce. Według danych zawartych w raporcie PLGBC (2023) na początku 2023 roku w Polsce było już 36 409 004 m² certyfikowanej powierzchni, o 27% więcej niż w roku poprzednim. Wart podkreślenia jest także fakt,

² Do pokolenia Baby boomers umownie zalicza się osoby urodzone w czasie wyżu demograficznego po II wojnie światowej, to jest w latach 1945–1960.

³ Do pokolenia X zalicza się umownie osoby urodzone w latach 60. i 70. XX wieku, czasem także te, które przyszły na świat w pierwszej połowie lat 80.

⁴ Pokolenie millenialsów, czasem nazywane także pokoleniem Y, to grupa osób urodzonych w latach 80. i 90. XX wieku.

⁵ Do pokolenia Z umownie kwalifikuje się osoby urodzone po 1995 roku, a więc wychowujące się w czasie po globalnej cyfryzacji.

że według danych z raportu PLGBC (2021) za rok 2021 w poprzednim analizowanym okresie wzrost wynosił 24%, co pokazuje trend wzrostowy zarówno we względnym, jak i bezwzględnym porównaniu.

Stosowanie systemów wielokryterialnej oceny budynków, wśród których przede wszystkim należy wymienić najstarsze i najbardziej popularne metody: BREEAM i LEED, ma na celu między innymi podniesienie jakości budownictwa. W trakcie ewaluacji szczególny nacisk kładzie się na kwestie racjonalnej gospodarki zasobami, energią i wodą, zarówno na etapie realizacji, jak i eksploatacji budynku, a także na redukcję emisji zanieczyszczeń i generalnie – wpływ obiektu na środowisko. Certyfikacja budynków podnosi ich prestiż, a więc i wartość rynkową, na czym zyskują inwestorzy i deweloperzy. Użytkownikom z kolei zapewnia gwarancję wysokiej jakości obiektu i relatywnie niskich kosztów utrzymania. Dlatego certyfikacje największą popularnością cieszą się wśród obiektów użyteczności publicznej. Według raportu PLGBC (2023) największy udział (42,3%) w łącznej liczbie certyfikowanych obiektów w Polsce mają budynki biurowe. Biorąc pod uwagę powierzchnię budynków w Polsce, biurowce (31,6%) plasują się na drugim miejscu po wielkopowierzchniowych budynkach magazynowo-przemysłowych (44,5%). Co jednak istotniejsze, obecnie już zdecydowana większość (90,5%) nowoczesnej powierzchni biurowych w Polsce jest powierzchnią certyfikowaną. Inwestycje nieracjonalne stają się więc nieprzystępowanie do certyfikacji budynków biurowych, bo były one niekonkurencyjne w stosunku do innych, realizowanych i modernizowanych obiektów. Deweloperzy niejako zmuszeni są więc do ewaluacji swoich inwestycji biurowych zgodnie z zasadami jednej z metod wielokryterialnej oceny budynków, a tym samym wdrożenia przynajmniej niektórych zasad zrównoważonego projektowania.

Powyższe obliuguje do stwierdzenia, że obecnie z uwagi na uwarunkowania prawne, oczekiwania społeczne, a także ekonomiczny bilans inwestycji projektowanie zielonych budynków biurowych jest standardem i koniecznością.

3. WYBRANE ASPEKTY PROJEKTOWANIA OBIEKTÓW BIUROWYCH ZGODNIE Z ZASADAMI ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

Pojawia się pytanie – jak zaprojektować zielony budynek biurowy? Dość precyzyjne wskazówki w tym zakresie dają wspomniane powyżej systemy wielokryterialnej oceny budynków, określając kategorie, a w nich kryteria ewaluacji, ze szczególnym naciskiem na te punkty, które bezwarunkowo muszą być spełnione. W dalszej części artykułu prezentowane są wybrane aspekty racjonalnego projektowania ekologicznych budynków biurowych przede wszystkim na podstawie zaleceń zapisanych w systemach BREEAM i LEED⁶. Należy tu jednak zaznaczyć,

⁶ Należy pamiętać, że każda z metod wielokryterialnej ewaluacji budynków, choć bazuje na tych samych kategoriach oceny, posiada wiele wersji, dostosowanych do funkcji budynku i formy inwestycji, w których nieco inaczej są określone i wycenione szczegółowe kryteria.

że tematem artykułu nie jest prezentacja żadnej z konkretnych metod, a jedynie wskazanie istotnych pod względem poszanowania środowiska naturalnego elementów projektowania budynków biurowych, w tym także tych, które nie są uwzględniane w procesach certyfikacji.

3.1. WYBÓR I ZAGOSPODAROWANIE DZIAŁKI BUDOWLANEJ

Cały proces zaczyna się od wyboru terenu pod inwestycję. Ze względów środowiskowych zdecydowanie korzystniejsze jest wykorzystanie miejsc wcześniej zurbanizowanych. Dzięki temu nie zmniejsza się istniejących powierzchni biologicznie czynnych, nie redukuje drzewostanu oraz nie ingeruje w ewentualne siedliska zwierząt. Mając na uwadze ślad węglowy i zużycie energii generowane w procesach wydobywania surowców, produkcji materiałów budowlanych, ich transportu na miejsce budowy i wreszcie samej budowy, uważa się, że szczególnie korzystne jest wykorzystanie i adaptacja na potrzeby nowo powstających obiektów istniejącej tkanki architektonicznej, pozostałej po nieużywanych już obiektach. Takie działanie jest oczywiście zdecydowanie bardziej wymagające, jako że istniejące ramy architektoniczne narzucają pewne ograniczenia projektowe. Jednak tego typu inwestycje są możliwe, co potwierdzają warte uwagi realizacje z ostatnich lat: Fuzja w Łodzi, przy ul. Tymienieckiego⁷, Elektrownia Powiśle w Warszawie, przy ul. Dobrej⁸, Fabryka Norblina w Warszawie, przy ul. Żelaznej⁹, Monopolis w Łodzi, przy ul. Kopcińskiego¹⁰. We wszystkich z przywołanych inwestycji zaadaptowano do nowej funkcji budynki pofabryczne, nieużytkowane od lat, a także dogęszczono istniejącą przemysłową zabudowę. W ten sposób wykorzystano zarówno starą tkankę architektoniczną, jak i teren. Należy zwrócić uwagę, że przywrócenie do użytkowania historycznej zabudowy ma wymiar nie tylko ekologiczny, ale i społeczny i w ten sposób także wpisuje się w nurt zrównoważonego rozwoju.

Należy zwrócić również uwagę na charakter wymienionych inwestycji. Są to kompleksy zabudowy o zróżnicowanym przeznaczeniu. Dominuje funkcja biurowa, we wszystkich przypadkach uzupełniana o obiekty i lokale: handlowe i gastronomiczne, mieszkalne i/lub hotelowe. Tego typu realizacje kompleksów budynków o zróżnicowanym przeznaczeniu (*mixed-use*) zapewniają wykorzystanie terenu przez większą część doby i tygodnia, w odróżnieniu od zespołów zabudowy typowo biurowej. Często zapewniają także możliwość podjęcia pracy w bezpośrednim sąsiedztwie miejsca zamieszkania, a więc skracają drogi dojazdu.

⁷ Poszczególne budynki zespołu Fuzja są certyfikowane w systemie BREEAM i w procesie ewaluacji uzyskały noty od *very good* do *excellent*.

⁸ Budynki biurowe Elektrowni Powiśle są certyfikowane w systemie BREEAM i uzyskały noty na poziomie *very good*, natomiast adaptowany na galerię handlową budynek dawnej elektrowni uzyskał w procesie certyfikacji LEED notę *gold*.

⁹ Poszczególne budynki zespołu Fabryka Norblina były certyfikowane z wykorzystaniem systemu BREEAM i uzyskały noty od *very good* do *outstanding*.

¹⁰ Nowo projektowane w obrębie kompleksu Monopolis budynki biurowe uzyskały w procesie certyfikacji BREEAM noty *excellent*, natomiast adaptacja istniejącego budynku fabryki – BREEAM *very good*.

Wybór lokalizacji obiektu, szczególnie w przypadku inwestycji polegających na budowie budynku biurowego, ściśle wiąże się także z kwestiami transportowymi. Zasady zrównoważonego rozwoju obejmują wsparcie nisko- i zeroemisyjnego transportu, a więc wykorzystanie rowerów, transportu publicznego, a w ostateczności *carsharing*. Dlatego ważne jest, aby budynki biurowe lokalizować w dzielnicach o wysoko rozwiniętej infrastrukturze komunikacyjnej – w bliskości przystanków komunikacji zbiorowej, oraz z dostępem do miejskich ścieżek rowerowych. Wykorzystanie istniejącej infrastruktury zamiast budowy nowej, co mogłoby okazać się konieczne w przypadku peryferyjnych lokalizacji obiektów, także jest działaniem zrównoważonym.

Mając na uwadze komunikacyjną dostępność projektowanego budynku, warto także zwrócić uwagę na kwestie parkingowe. Zrównoważonym działaniem, dążącym do zachęcenia użytkowników do wyboru niskoemisyjnych środków komunikacji zamiast własnego samochodu, jest projektowanie wygodnych, bezpiecznych parkingów rowerowych wraz z szatniami i umywalkami dla pracowników. Jak podaje raport PLGBC (2020) *Zdrowe, zielone biura*, takie udogodnienia ma już około 90% certyfikowanych budynków biurowych w Polsce. Kolejnymi kwestiami są ograniczenie dostępnych w budynku miejsc parkingowych dla samochodów osobowych oraz rezerwacja znaczącej puli z nich dla pojazdów elektrycznych czy właśnie tych, które wykorzystywane są do wspólnych dojazdów do pracy (*carsharing*).

Nieoczywistym kryterium, od niedawna punktowanym w certyfikacjach budynków biurowych w kategorii poświęconej kwestiom transportowym, jest zapewnienie użytkownikom technicznych i organizacyjnych możliwości pracy zdalnej. Jest to kwestia tylko częściowo obejmująca zagadnienia projektowe, jak aranżacja samego biura. Możliwości te są w dużej mierze następstwem decyzji organizacyjnych danej firmy. Jak udowadnia autorka niniejszego tekstu w artykule *Hybrydowy model pracy biurowej i jej potencjalny wpływ na środowisko* (2023), to z pozoru banalne udogodnienie, wprowadzone systemowo dla większości pracowników biur, może w skali kraju przynieść ogromne oszczędności środowiskowe w postaci mniejszego zużycia paliw, a w konsekwencji mniejszej emisji dwutlenku węgla i innych gazów cieplarnianych do atmosfery.

3.2. MATERIAŁY BUDOWLANE

Kolejną niezwykle istotną kwestią w zrównoważonym projektowaniu budynków jest wybór technologii i materiałów budowlanych. To zagadnienie należy rozpatrywać wieloaspektowo, uwzględniając cały cykl życia budynku, a także jego lokalizację. W analizie cyklu życia budynku bierze się pod uwagę przede wszystkim następujące etapy:

- wydobywanie i obróbkę surowców,
- produkcję materiałów budowlanych,
- budowę i montaż,
- użytkowanie, konserwację i modernizację budynku,

- demontaż i rozbiórkę,
- odzysk komponentów i materiałów,
- recykling materiałów do ponownego wykorzystania oraz utylizację materiałów zbędnych.

Dodatkowo pomiędzy większością z wymienionych etapów uwzględnia się transport surowców/materiałów i części/odpadów. Zatem projektując zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju, przy wyborze technologii i materiałów budowlanych należy wziąć pod uwagę energochłonność każdego z wyżej wymienionych procesów, w tym eksploatację obiektu w zakładanym czasie jego funkcjonowania, ślad węglowy, jaki zostawiają, oraz kwestie transportowe, a także możliwość przetworzenia materiałów budowlanych w przyszłości, po rozebraniu budynku. W takim bilansie może okazać się, że materiały powszechnie uważane za ekologiczne, bo wytwarzane z surowców łatwo odnawialnych, nie będą spełniały kryteriów zrównoważenia w realizacjach projektowanych w znacznym oddaleniu od ich źródeł i stąd tak duże znaczenie lokalizacji inwestycji.

Wszystkie systemy wielokryterialnej oceny budynków kładą także duży nacisk na zapewnienie transparentności łańcucha dostaw na każdym jego etapie i oczywiście – na zachowanie zasad zrównoważonego rozwoju na każdym z tych odcinków.

3.3. ZARZADZANIE ENERGIĄ

Kwestie zarządzania energią częściowo pokrywają się z analizą cyklu życia budynku pod kątem doboru materiałów i technologii budowlanych. Oszczędność energii powinna bowiem zacząć się już na etapie wydobywania surowców do produkcji materiałów budowlanych. Ale jako że zgodnie z normą PN-EN 1990:2004 – Eurokod – Podstawy projektowania konstrukcji konstrukcje budynków biurowych projektuje się na okres przynajmniej 50 lat, to właśnie czas użytkowania tych obiektów generuje największe zużycie energii w całym cyklu życia budynku, co wpływa na końcowy bilans energetyczny obiektu.

Redukcję zapotrzebowania budynków na energię można osiągnąć, stosując systemy ogrzewania i przygotowania ciepłej wody, bazujące na odnawialnych źródłach energii, w zależności od lokalnych uwarunkowań – energii słonecznej¹¹, energii wiatrowej¹² czy energii geotermalnej¹³. Bliskość zbiornika wodnego można wykorzystać także do chłodzenia

¹¹ Jako przykład wykorzystania energii słonecznej w budynkach biurowych można przywołać budynek Powerhouse Telemark, zaprojektowany przez biuro Snøhetta w miejscowości Porsgrunn w Norwegii. Dach i południowo-zachodnia solarna fasada produkują rocznie około 256 000 kWh energii.

¹² Przykładem wykorzystania energii wiatrowej przez budynki biurowe jest zespół dwóch wież kompleksu Bahrain World Trade Center, zaprojektowany przez biuro WS Atkins. Obie wieże połączone są trzema przewiązkami, na których zamontowano potężne turbiny wiatrowe. Szacuje się, że praca turbin generuje rocznie około 1200 MWh energii.

¹³ Przykładem wykorzystania energii geotermalnej do ogrzewania przestrzeni biurowych jest adaptacja do tej funkcji dawnego budynku dworca Gare Maritime Workspace w Brukseli. Autorem projektu są Bureau Bouwtechniek i Neutelings Riedijk Architects.

budynku¹⁴. Jednocześnie ważna jest także oszczędność zużycia energii. Tu oczywiście znaczenie ma dobór systemów i urządzeń instalacyjnych, w tym wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, dźwigów osobowych oraz pomniejszego wyposażenia budynku i oprav oświetleniowych. Ale niebanalne znaczenie ma także system sterowania instalacjami, urządzeniami i opravami oświetleniowymi w budynku, połączony z siecią urządzeń na bieżąco monitorujących parametry mikroklimatu wewnątrz: temperaturę i wilgotność powietrza, natężenie oświetlenia, stężenie dwutlenku węgla, a także rejestrujących obecność pracowników w biurze: czujek ruchu, obecności, beaconów. W kwestii projektu architektonicznego pozostaje podział budynku i poszczególnych jego biur na strefy, w których indywidualnie można sterować instalacjami. Dzięki temu energia zużywana jest do obsługi urządzeń i zapewnienia właściwych warunków termicznych, oświetleniowych i wentylacyjnych jedynie w tych strefach, w których faktycznie przebywają użytkownicy, a wyłączenie ich tam, gdzie nie są akurat potrzebne.

W zarządzaniu instalacjami obiektowymi może pomóc sztuczna inteligencja (SI). Systemy BMS¹⁵, korzystające ze skryptów SI, w miarę funkcjonowania budynków „uczą się” preferencji poszczególnych użytkowników w zakresie parametrów mikroklimatu oraz ich nawyków: ramowego harmonogramu dnia, tygodnia i roku. Korzystają także z danych zapisanych w służbowych kalendarzach pracowników, informacji o ich urloпах, wyjazdach służbowych i zwolnieniach chorobowych oraz pobierają dane dotyczące aktualnych i prognozowanych warunków pogodowych. Pozwala to na optymalizację działania systemów wentylacji, klimatyzacji i oświetlenia, tj. przygotowanie poszczególnych stref budynku na przyjscie pracowników z odpowiednim wyprzedzeniem, oraz – jeśli tak wynika z obliczeń systemu – wyłączenie urządzeń w innych strefach.

Trudno wyobrazić sobie sprawnie działający, nowoczesny budynek biurowy bez zaawansowanego wyposażenia instalacyjnego i sterującego, jednak nie należy zapominać o aspektach związanych z samym projektem architektonicznym obiektu. Właściwa orientacja budynku, ukształtowanie bryły i dobór elementów wykończeniowych mogą pomóc w biernym pozyskiwaniu energii i/lub ochronie budynku przed nadmiernym nagrzewaniem w okresie letnim.

Odwrotnie niż w przypadku budynku mieszkalnego, gdzie liczą się zyski ciepła, dzięki którym ogranicza się pobór energii zewnętrznej do ogrzewania pomieszczeń, w budynkach biurowych, o dużym udziale przeszkleń w elewacjach i znacznych zyskach ciepła z urządzeń pracujących we wnętrzu, istotne jest zabezpieczenie budynku przed nadmiernym nagrzewaniem, szczególnie zważywszy na postępujące zmiany klimatu. Dlatego przyjmuje się, że w przypadku budynków biurowych lokalizowanych w szerokości geograficznej zbliżonej do Polski najkorzystniejsza jest północna ekspozycja. Pomieszczenia zlokalizowane od strony północnej mają

¹⁴ Przykładem wykorzystania wody z kanału Dunaju do chłodzenia budynku w okresie letnim jest biurowiec RHW.2, zaprojektowany przez pracownię Atelier Hayde Architekten, Ziviltechniker GmbH i Maurer & Partner ZT GmbH w Wiedniu.

¹⁵ System BMS – *building management system* – system zarządzania budynkiem (opomiarowanie budynku i sterowanie urządzeniami i instalacjami).

dostęp do rozproszonego, ale niebezpośredniego światła dziennego. Zatem nie występuje tam ryzyko oślnienia ani oślepienia, zjawisk zdecydowanie niepożądanych w pomieszczeniach pracy. A co ważne ze środowiskowego punktu widzenia, nie występuje tam także zjawisko akumulacji ciepła słonecznego. Ale z uwagi na rozwiązania funkcjonalne, korzystnie jest zapewnić dostęp do światła dziennego pomieszczeniom zlokalizowanym także przy innych elewacjach. Zgodnie z zapisami §57 ust. 1 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, pomieszczenia przeznaczone na pobyt ludzi, a do takich zaliczają się pomieszczenia pracy biurowej, muszą mieć zapewnione oświetlenie światłem dziennym. W §15 ust. 1 Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. 1997 nr 129, poz. 844, z późn. zm.) znajduje się bezpośrednie odniesienie do oświetlenia naturalnego pomieszczeń stałej pracy. Zwłaszcza jednak w pomieszczeniach zlokalizowanych od strony południowej i zachodniej istnieje wysokie ryzyko nadmiernej insolacji, a przez to i nagrzewania pomieszczeń, szczególnie jeśli elewacje te są w dużej części przeszklone. Stąd racjonalne jest zmniejszenie powierzchni przeszkleń oraz zabezpieczenie elewacji przed bezpośrednim nasłonecznieniem poprzez zastosowanie stałych elementów architektonicznych – poziomych lub pionowych łamaczy światła, bądź przesłon elewacyjnych – stałych lub ruchomych. Elementy stałe powinny uwzględniać zmienność kierunku padania promieni słonecznych w cyklu rocznym, tj. zabezpieczać przed bezpośrednim oświetleniem fasady w okresie letnim, a pozwalać na to w czasie zimy. Rozwiązaniem optymalnym są ruchome elementy odsłaniające lub zacinające elewację w zależności od aktualnych warunków atmosferycznych panujących na zewnątrz. Takie rozwiązanie może być automatycznie sterowane pod warunkiem opomiarowania elewacji pod kątem natężenia nasłonecznienia.

3.4. GOSPODARKA WODNA

Zrównoważony rozwój to także racjonalne gospodarowanie zasobami wodnymi, a więc przede wszystkim oszczędzanie, a także, w miarę możliwości, ponowne wykorzystanie wody szarej.

Budynki biurowe mają w tym zakresie duży potencjał. Są użytkowane przez duże grupy osób. Przyjmuje się, że na każdego pracownika przypada około 15 m² powierzchni użytkowej biura, a więc w porównaniu na przykład z budownictwem mieszkaniowym¹⁶ jest to znaczne zagęszczenie. Daje to znaczące możliwości oszczędzania wody, pod warunkiem zastosowania nowoczesnych rozwiązań instalacyjnych i urządzeń. Są to przykładowo baterie z aeratorami uruchamiane i, co ważniejsze, wyłączane automatycznie przez czujki na podcierwień

¹⁶ Według danych z rynku mieszkaniowego przeciętna wielkość mieszkania w Polsce wynosi 75 m². Jednocześnie Główny Urząd Statystyczny (2022) podaje, że na każde gospodarstwo domowe przypada 2,54 osoby. Te dane pozwalają przyjąć, że powierzchnia mieszkania przypadająca na jednego mieszkańca Polski wynosi około 29,5 m².

czy bezwodne pisuary – rozwiązanie wciąż kontrowersyjne, ale bez wątplenia pozwalające oszczędzić znaczne ilości wody.

W wysoko zaawansowanych technologicznie budynkach biurowych należy także bezwzględnie dbać o monitoring pracy instalacji pod kątem ewentualnych wycieków i awarii. Jest to jedno z kryteriów punktowanych w systemach certyfikacji obiektowej.

Należy zwrócić uwagę, że brak urządzeń i instalacji pracujących z wykorzystaniem intensywnych detergentów (np. pralek) oraz raczej niewielka w porównaniu do innych urządzeń liczba zmywarek powodują, że ścieki odprowadzane z budynków biurowych zawierają niski ładunek zanieczyszczeń. W prosty sposób mogą zatem zostać oczyszczone i wykorzystane do spłukiwania toalet lub razem z wodami deszczowymi i opadowymi gromadzonymi w zbiornikach retencyjnych być wykorzystane do podlewania roślinności na terenie inwestycji. Takie ponowne użycie wody wpisuje się w nurt zrównoważonego projektowania i jest wymieniane jako pożądane działanie we wszystkich popularnych metodach wielokryterialnej oceny budynków.

3.5. ZANIECZYSZCZENIA I ODPADY

Ograniczanie zanieczyszczeń emitowanych przez budynek, jak wiele innych optymalizacji środowiskowych ocenianych w procesach certyfikacji, zaczyna się na etapie wydobycia i produkcji materiałów budowlanych, a kończy na rozbiórce i utylizacji odpadów. Dlatego podstawą działań projektowych jest analiza całego cyklu życia budynku. Na etapie eksploatacji obiektu znaczenie ma dobór systemu ogrzewania obiektu, choć zważywszy na obostrzenia polskich przepisów techniczno-budowlanych w zakresie zapotrzebowania na EP, wybór jest tu ograniczony w zasadzie do ciepła systemowego, pomp ciepła lub innych źródeł odnawialnych. Systemy certyfikacji promują zatem dodatkowo także nieustanne monitorowanie instalacji ogrzewania i chłodzenia pod kątem ewentualnych wycieków i wydzielania do środowiska substancji potencjalnie niebezpiecznych.

Wśród zanieczyszczeń, jakie mogą generować budynki, wskazuje się także mniej oczywiste: zanieczyszczenie hałasem i zanieczyszczenie światłem. Ochrona przed hałasem dotyczy przede wszystkim pomieszczeń w danym budynku i koncentruje się na właściwym strefoowaniu obiektu, z uwzględnieniem lokalizacji urządzeń, a także technologii budowlanych pozwalających na redukcję przenikania do przestrzeni pracy przykładowo hałasu ulicznego. W przypadku budynków biurowych są to szczególnie ważne kwestie, ponieważ obiekty te niejednokrotnie lokalizowane są w pobliżu arterii komunikacyjnych i węzłów przesiadkowych, co ma zapewnić ich dobrą dostępność, a ponadto wyposażane są w zaawansowane instalacje i urządzenia będące źródłami hałasu.

Zanieczyszczenie światłem także w dużej mierze dotyczy właśnie budynków biurowych. Jako obiekty reprezentacyjne, traktowane często jak przestrzenna wizytówka firmy lub dewelopera, w wielu przypadkach podświetlane są w nocy. Jeśli oświetlenie to przekracza

minimum niezbędne do funkcjonalnego korzystania z terenu, traktowane jest jak zanieczyszczenie, jego celem jest jedynie wydobycie z mroków architektonicznych walorów budynku. Generuje niepotrzebne zużycie energii, ale także przyczynia się do intensyfikacji światła rozproszonego w atmosferze nad miastem. To z kolei niekorzystnie wpływa na dobowy rytm życia wielu gatunków zwierząt i roślin, a także oddziałuje na ludzi, którzy jednak będąc świadomi zagrożenia, mogą samodzielnie zatroszczyć się o swój dobrostan, w porze wieczornej i nocnej dbając o odpowiednie zaciemnienie pomieszczeń mieszkalnych.

W kontekście odpadów powraca kwestia analizy cyklu życia budynku. Premiowana jest adaptacja do nowej funkcji istniejącej tkanki architektonicznej jako działanie zmniejszające ilość odpadów pochodzących z rozbiórki, podobnie jak sprzyjający temu dobór odpowiednich technologii i materiałów budowlanych. Konkretnie w przypadku budynków biurowych, szczególnie tych z powierzchniami na wynajem, istotne jest, żeby prace wykończeniowe poszczególnych biur rozpocząć dopiero po akceptacji projektów przez ich najemców.

4. PODSUMOWANIE

Przegląd obowiązujących przepisów prawnych i norm, tak krajowych, jak i europejskich, pokazuje, że w obecnych czasach, w trzeciej dekadzie XXI wieku, zaprojektowanie budynku biurowego, który nie byłby klasyfikowany jako obiekt „zielony”, jest niemożliwe. Przytoczone wyniki ankiet i badań społecznych potwierdzają, że społecznie zmiana ta jest przez wielu akceptowana. Co więcej, należy się spodziewać, że wraz z wymianą pokoleń oczekiwania społeczne w tej kwestii będą coraz większe.

Druga część artykułu poświęcona została zatem prezentacji wybranych istotnych aspektów zrównoważonego projektowania budynków biurowych. Należy zwrócić uwagę, że w ramach różnych kategorii – zarządzania energią, wodą, wyboru materiałów i technologii budowlanych czy zanieczyszczeń i odpadów – wraca kwestia analizy poszczególnych rozwiązań w aspekcie całego cyklu życia budynku, a więc począwszy od wydobycia i obróbki surowców, produkcji materiałów budowlanych, poprzez budowę, użytkowanie obiektów, w tym ich bieżącą konserwację i remonty, aż do rozbiórki, ponownego wykorzystania, przetworzenia lub utylizacji odpadów. Dopiero analiza każdego z etapów pod kątem zapotrzebowania na energię i wodę, emisji dwutlenku węgla i innych zanieczyszczeń do atmosfery oraz produkcji odpadów daje pełen obraz poziomu zrównoważenia obiektu.

Proces projektowania zielonych budynków, w tym budynków biurowych, staje się zatem niezwykle skomplikowany. Niemniej jednak, zważywszy na konieczną troskę o zaspokojenie potrzeb nie tylko współczesnych, ale i przyszłych pokoleń, jest to trud konieczny do podjęcia w walce o zrównoważony rozwój.

BIBLIOGRAFIA

- Główny Urząd Statystyczny. (2022). *Dochody i warunki życia ludności Polski – raport z badania EU-SILC 2020*. Pobrane z: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/warunki-zycia/dochody-wydatki-i-warunki-zycia-ludnosci/dochody-i-warunki-zycia-ludnosci-polski-raport-z-badania-eu-silc-2020,6,14.html> (dostęp: 7.03.2023).
- JLL. (2021). *Decarbonizing the Built Environment. Ambitious, commitments and actions*. Pobrane z: <https://www.jll.co.uk/content/dam/jll-com/documents/pdf/research/global/decarbonizing-the-built-environment.pdf> (dostęp: 10.07.2023).
- JLL. (2023). *Rynek biurowy*. Pobrane z: <https://www.jll.pl/content/dam/jll-com/documents/pdf/research/emea/poland/pl/jll-pl-rynki-biurowe-w-polsce-l-kw-2023.pdf> (dostęp: 10.07.2023).
- JLL, Skanska. (2020). *FLEXcellent Working. Development of the flexible office sector*. Pobrane z: <https://www.jll.pl/content/dam/jll-com/documents/pdf/research/emea/poland/en/jll-pl-en-FLEXcellent-2020.pdf> (dostęp: 10.07.2023).
- Leesman. (2023). *The state of the estate: Insights from the top*. Pobrane z: <https://www.leesmanindex.com/wp-content/uploads/2023/02/Leesman-CRE-Report-2023.pdf> (dostęp: 07.07.2023).
- Parlament Europejski. (2020). *Zielony Ład: klucz do neutralnej klimatycznie i zrównoważonej UE*. Pobrane z: https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/society/20200618STO81513/zielony-lad-klucz-do-neutralnej-klimatycznie-i-zrownowazonej-ue?at_campaign=20234-Green&at_medium=Google_Ads&at_platform=Search&at_creation=RSA&at_goal=TR_G&at_audience=europejski%20zielony%20%C5%82ad&at_topic=Green_Deal&at_location=PO&gclid=CjwKCAjw-7OIBhB8EiwAnoOEK33UZUXu_8xqyFTrmnh_Rel-6Uam1OKH086ylz0l3q9fKntvhaa68hoCpQAQAvD_BwE (dostęp: 11.07.2023).
- Piklikiewicz-Kęścicka, I. (2021). Współczesne tendencje w projektowaniu miejsc pracy biurowej. *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Architektura, Urbanistyka, Architektura Wnętrz*, 6, s. 33–43.
- PLGBC. (2020). *Zdrowe, zielone biura*. Pobrane z: <https://plgbc.org.pl/wp-content/uploads/2020/05/Raport-Zdrowe-Zielone-Biura.pdf> (dostęp: 14.07.2014).
- PLGBC. (2022a). *Szacowanie śladu węglowego budynków. Mapa drogowa dekarbonizacji budownictwa do roku 2050*. Pobrane z: <https://plgbc.org.pl/wp-content/uploads/2022/11/Szacowanie-sladu-weglowego-budynkow.pdf> (dostęp: 11.07.2023).
- PLGBC. (2022b). *Zrównoważone certyfikowane budynki. Raport 2022*. Pobrane z: <https://cms.plgbc.org.pl/wp-content/uploads/2024/03/Zrownowazone-certyfikowane-budynki-2022.pdf> (dostęp: 14.07.2023).
- PLGBC. (2023). *Zrównoważone certyfikowane budynki. Raport 2023*. Pobrane z: <https://plgbc.org.pl/wp-content/uploads/2023/04/Zrownowazone-certyfikowane-budynki-2023.pdf> (dostęp: 11.07.2023).

- PN-EN 1990:2004 – Eurokod – Podstawy projektowania konstrukcji.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jaki powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2022, poz. 1225).
- Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (tekst jedn. Dz.U. 2003, poz. 1650).
- SKANSKA, Cushman & Wakefield, Go4Energy. (2017). Zużycie energii w budynkach biurowych. Raport. Pobrane z: <https://www.skanska.pl/4a2b98/siteassets/oferta/biura/raporty-i-standardy/raport-zuzycia-energii-w-budynkach-biurowych/zuzycie-energii-w-budynkach-biurowych-raport.pdf> (dostęp: 07.07.2023).
- Taczalska-Ryniak A. (2023). Hybrydowy model pracy biurowej i jej potencjalny wpływ na środowisko. *Przegląd budowlany*, 5–6, 134–139.
- The Policy Institute, King’s College London. (2021). *Who cares about climate change? Attitudes across the generations*. Pobrane z: <https://www.kcl.ac.uk/policy-institute/assets/who-cares-about-climate-change.pdf> (dostęp: 12.07.2023).
- UN Environment Programme. (2023). *Global status report for buildings and construction*. Pobrane z: <https://www.unep.org/resources/publication/2022-global-status-report-buildings-and-construction> (dostęp: 11.07.2023).
- Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz.U. 2014, poz. 1200, z późn. zm.).
- Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz.U. 2016, poz. 831, z późn. zm.).