

Architektura a natura: dominacja czy współpraca? Rola techniki w kształtowaniu zrównoważonej architektury budynków biurowych

Architecture and nature: domination or cooperation? The role of technology in shaping sustainable office building architecture

Słowa kluczowe

architektura bioklimatyczna, *low-tech*, naturalne materiały budowlane

Key words

bioclimatic architecture, *low-tech*, natural building materials

Autor do korespondencji / Corresponding author

Barbara Ostrowska-Furmanek
bostrowska-furmanek@uafm.edu.pl

Data wpłynięcia / Received: 9.03.2025

Data akceptacji / Accepted: 10.06.2026

Data publikacji / Published: 20.08.2026

Cytowanie / Cite this article

Ostrowska-Furmanek, B. (2026). Architektura a natura: dominacja czy współpraca? Rola techniki w kształtowaniu zrównoważonej architektury budynków biurowych. *Państwo i Społeczeństwo / State and Society* 26, art. 702, <https://doi.org/10.31749/2451-0858-SaS-2026-702>

Sekcja / Section

Architektura i urbanistyka/
Architecture and Urban Planning

Redaktorzy / Editors

Katarzyna Banasik-Petri

Barbara Ostrowska-Furmanek 

Wydział Architektury i Sztuk Pięknych, Uniwersytet Andrzeja Frycza Modrzewskiego w Krakowie, Kraków, Polska

Streszczenie

Technika w budynkach biurowych często bywa narzędziem służącym zapewnianiu komfortu przez odcinanie wnętrza od wpływów natury i kreowanie sztucznego środowiska wewnętrznego. Relacja z naturą ma charakter konfrontacyjny. Celem artykułu jest ukazanie innego kierunku rozwoju architektury biurowej – kierunku, w którym technika służy wsparciu efektywnej współpracy architektury i natury, a nie jej ujarzmianiu. Jako metodę badawczą wykorzystano analizę literatury przedmiotu oraz wybranych przykładów budynków biurowych realizujących cechy takiej współpracy, zrealizowanych w Europie w drugim i trzecim dziesięcioleciu XXI w.

W pierwszej części przedstawiono krótki zarys historii rozwoju budynków biurowych, tłumaczący genezę powstania ikonicznego typu biurowca jako systemu zamkniętego – hermetycznej bryły o przeszklonych ścianach kurtynowych i sztucznym klimacie wewnętrznym kreowanym urządzeniami mechanicznymi. Zwrócono uwagę na wizerunkową rolę zaawansowanej techniki,

wyrażającej prestiż i progresywność organizacji. W kolejnej części przedstawiono postawy krytyczne wobec idei systemu zamkniętego oraz nury alternatywne. Przeanalizowano i zaprezentowano cztery przykłady budynków biurowych o cechach architektury bioklimatycznej i *low-tech*. Synteza wyników została ujęta w formie zestawienia rozwiązań opartych na współpracy z naturą (pasywnych) i zaawansowanych technicznie.

Na podstawie analizy przykładów nasuwa się wniosek, że rola techniki ulega przewartościowaniu. Wyłania się idea technicznego minimalizmu. Zaawansowana technika jest obecna, lecz dyskretna i wspierająca rozwiązania oparte na zjawiskach naturalnych przez analizy i symulacje komputerowe w fazie projektowej oraz monitorowanie i wspomaganie działania systemów bazujących na tychże zjawiskach przez inteligentne, zintegrowane sterowanie w fazie operacyjnej. Stosowane są także instalacje odnawialnych źródeł energii. Jednak sięganie po rozwiązania nisko technologiczne pełni rolę wizerunkową, podkreślając proekologiczną postawę właścicieli i najemców prezentowanych budynków.

Zważywszy na skalę przedstawionych realizacji, a także zaangażowanie czołowych europejskich pracowni architektonicznych w ich projektowanie, można sądzić, że nie reprezentują one nurtu niszowego, lecz istotny kierunek rozwoju współczesnych budynków biurowych.

Abstract

In office buildings, technology is often used as a tool for ensuring comfort by isolating interiors from the influences of nature and creating an artificial indoor environment. The relationship with nature is confrontational in character. The aim of this article is to present an alternative approach to the development of office architecture – one in which technology does not serve to subjugate nature, but rather supports effective cooperation between architecture and nature. This study proceeds from a review of the literature and selected examples of office buildings exhibiting such forms of cooperation, completed in Europe in the second and third decades of the 21st century.

The first part of the article presents a brief outline of the historical development of office buildings, explaining the origins of the iconic office tower as a closed system, i.e. a sealed form with glass curtain walls and an artificial indoor climate created by mechanical devices. Attention is drawn to the image-related role of advanced technology, which expresses the prestige and progressiveness of organizations. The following section presents critical attitudes towards the idea of the closed system as well as alternative movements. Four case studies of office buildings exhibiting bioclimatic and low-tech architectural features are analyzed and presented. The synthesis of the results is presented as a comparison of solutions based on cooperation with nature (passive) and technologically advanced solutions.

On the basis of these examples, it can be concluded that the role of technology is being redefined. The concept of technical minimalism is emerging. Advanced technology is present but discreet, supporting solutions based on natural phenomena through computer analyses and simulations at the design stage, as well as monitoring and assisting systems based on these phenomena through intelligent, integrated control during the operational phase. Renewable energy installations are also used. However, the use of low-tech solutions plays an image-building role, emphasizing the pro-environmental stance of building owners and tenants.

Considering the scale of the projects presented and the involvement of leading European architectural practices in their design, it may be concluded that they represent not a niche trend, but a significant development in the evolution of contemporary office buildings.

Wprowadzenie

Ikoniczny obraz współczesnego budynku biurowego to szklany wieżowiec, w którym komfort użytkowania zapewniają urządzenia mechaniczne, kreujące sztuczny klimat wewnętrzny. Taki budynek jest wyizolowany ze środowiska zewnętrznego w sensie zarówno klimatycznym, jak i kulturowym. Jego relacja z naturą ma charakter konfrontacyjny, a technika zdaje się służyć przede wszystkim

poskramianiu natury. Maciej Miłobędzki (2023) zadaje pytanie o miejsce dla innej metody budowania i użytkowania budynków – nieprzemocowej, niekonfrontacyjnej, nieizolacyjnej, unikającej nadmiernych komplikacji.

Celem artykułu jest próba ukazania alternatywnego, nieprzemocowego kierunku, w jakim podążać może współczesna architektura budynków biurowych, będących w swoim konwencjonalnym wydaniu prawdopodobnie jedną z najbardziej konfrontacyjnych wobec natury kategorii obiektów budowlanych. Tezą artykułu jest stwierdzenie, że rola techniki we współczesnej zrównoważonej architekturze budynków biurowych będzie ulegać przewartościowaniu.

Jako metodę badawczą przyjęto analizę literatury przedmiotu oraz studium wybranych przykładów budynków o funkcji biurowej, zrealizowanych w Europie w drugim i trzecim dziesięcioleciu XXI w. Wybrano przykłady reprezentujące co najmniej jedną z cech architektury bioklimatycznej lub *low-tech*, tj. wykorzystanie materiałów naturalnych czy naturalnej wentylacji. Analiza przykładu składa się z ogólnej charakterystyki budynku, a następnie z opisu zastosowanych rozwiązań pasywnych, opartych na współpracy z naturą, oraz zaawansowanych technik aktywnych. W kolejnym kroku scharakteryzowane są ich wzajemne relacje i rola techniki.

Postęp techniczny i rozwój architektury budynków biurowych

Wyodrębnienie funkcji biurowej wiąże się z rewolucją przemysłową i skokiem cywilizacyjnym, jaki miał miejsce w drugiej połowie XIX w., powodując pierwsze fale biurokratyzacji. Równoległe nowe materiały budowlane – żelbet i stal – umożliwiły dynamiczny rozwój konstrukcji szkieletowych oraz metalowo-szklanych fasad kurtynowych. Szczególną rolę odegrały amerykańskie miasta – rozwój technik budowlanych i wzrost zapotrzebowania na powierzchnie biurowe, przy ograniczonej dostępności i wysokich cenach terenów, dał impuls do budowania wzwyż (Bystroń i in. 2024). Postęp w systemach ogrzewania, wentylacji mechanicznej i klimatyzacji, jaki nastąpił w kolejnym stuleciu, uwolnił architekturę od ograniczeń związanych z koniecznością dostosowania się do uwarunkowań naturalnych – komfort w budynku był osiągalny bez ich uwzględniania. „Kiedy pomyślimy o tym, jak mechaniczna wentylacja i klimatyzacja wpłynęły na architekturę, łatwo dojść do wniosku, że był to wynalazek bardziej znaczący dla historii architektury niż powierzchniowe style czy teoretyczne manifesty” – zauważa Dorota Leśniak-Rychlak (Barber i in. 2022: 12). Zmieniał się także model pracy biurowej – praca indywidualna zastępowana była pracą kolektywną, a to skutkowało powstawaniem biur wieloprzestrzennych (Bystroń i in. 2024). Budowane były więc transparentne wysokościowce i budynki o głębokich traktach.

Jednym z pierwszych tego typu budynków – zamkniętych przeszkloną ścianą kurtynową i w pełni klimatyzowanych – był Commonwealth Building,

zrealizowany według projektu Pietro Belluschiego w latach 40. XX w. w Portland w stanie Oregon. Zdaniem Davida Arnolda (1999) był to „niefortunny precedens”, biorąc pod uwagę jego konsekwencje środowiskowe. Wrażenie lekkości i transparentności uzyskane za sprawą szklanej ściany kurtynowej stało się bowiem na tyle popularne, że w amerykańskich miastach w latach 50. i 60. powstało wiele podobnych budynków, m.in. Seagram Building projektu Miesa van der Rohego, energochłonna ikona stylu międzynarodowego (Kim 2023). Wtedy też upowszechnił się wizerunek budynku biurowego jako szklanej, hermetycznej wieży – model powszechnie stosowany do chwili obecnej. Nie zaszkodził mu kryzys paliwowy lat 70. i późniejszy rozwój idei zrównoważonego projektowania. Doskonalono parametry izolacji i szkła architektonicznego, wprowadzono wysokosprawne systemy HVAC (*Heating, Ventilation, Air Conditioning*) z odzyskiem energii, standardem stały się zintegrowane systemy monitoringu i sterowania instalacjami. Dominujący kierunek był jednak wciąż ten sam: budowanie wzwyż albo w głąb – dla efektywności wykorzystania przestrzeni – do tego szklane ściany osłonowe i hermetyczne wnętrza o sztucznym klimacie.

Budynek biurowy jako system zamknięty

Ken Yeang (1987) charakteryzuje budynki jako systemy, które mogą być otwarte albo zamknięte. W systemie zamkniętym obudowa budynku traktowana jest jako bariera izolująca wnętrze od środowiska zewnętrznego, a klimat wewnętrzny regulowany jest przy użyciu urządzeń mechanicznych. W systemie otwartym fasady funkcjonują jako filtr środowiskowy, który umożliwia selektywną wymianę pomiędzy środowiskiem zewnętrznym a wnętrzem budynku. Przykładem systemu otwartego jest tradycyjna architektura wernakularna, a współcześnie – architektura bioklimatyczna, którą można zdefiniować jako „bazującą na naturalnych i tradycyjnych sposobach dostosowywania budynku do lokalnych uwarunkowań klimatycznych i biologicznych oraz kreatywnie łączącą te rozwiązania z nowoczesnymi technologiami, wiedzą i metodami projektowymi” (Widera 2018: 218). Bioklimatyczne biurowce projektują m.in. T.R. Hamzah & Yeang czy Foster & Partners. Analizując polskie przykłady realizacji budynków biurowych, można jednak stwierdzić, że wciąż – mimo często zapewnianej możliwości otwierania okien (jak twierdzą Katarzyna Zielonko-Jung i Janusz Marchwiński (2018: 91), „możliwość otwierania okien jest jedną z częściej wymienianych przez pracowników zalet miejsca pracy”) czy mody na projektowanie biofilne – wielu budynkom bliżej jest do systemu zamkniętego (Kuczera 2018). Choć w Polsce prawny wymóg stosowania wentylacji mechanicznej dotyczy budynków wysokich i wysokościowych, to standardem jest jej stosowanie we wszystkich budynkach biurowych. „Popularnie uważa się, że budynki biurowe o najwyższych kategoriach

są wyposażone w pełną klimatyzację i jest to element oczekiwanego przez użytkowników standardu” (Bystroń i in. 2024: 114).

Rola techniki w kształtowaniu relacji architektury i natury w wielu przypadkach polega zatem na dążeniu do poskramiania natury w celu zapewnienia komfortowego – i zarazem sztucznego – klimatu wewnątrz budynków. W architekturze nie mniej istotna jest jednak jej rola symboliczna i wizerunkowa.

Wizerunkowa rola techniki

Charles Jencks zwraca uwagę na sprawy semantyki: „Architekt zastosuje ściany osłonową w budynku biurowym, ponieważ szkło i stal dają wrażenie chłodu, bezosobowości, dokładności i porządku, co z kolei kojarzy się z rozsądnym podejściem do interesów, racjonalnym planowaniem i transakcjami handlowymi” (1984: 71). Marek Bystroń i in. (2024) zauważają, że kierunkiem dominującym w architekturze budynków biurowych w wysokorozwiniętych krajach jest trend *high-tech* i zwracają uwagę na jego rolę wizerunkową, tłumacząc popularność *high-tech* powszechną wśród zarządów i dyrekcji, deweloperów, najemców i nabywców chęcią imponowania najdroższym i perfekcyjnym budowaniem. Autorzy zwracają uwagę na popularne przekonanie, że „prestż, powagę, dostojność, zaufanie i stabilność, a także demonstrowanie nowoczesności i progresywności organizacji, najlepiej w budynku wyraża perfekcyjna technika oraz najnowsze, drogie i doskonałe materiały ściany osłonowej, konieczne z dużymi przeszklzeniami” (Bystroń i in. 2024: 114). Szczególną rolę w tym zakresie odgrywają budynki wysokie i wysokościowe, które za pomocą skomplikowanych środków technicznych pokonują ograniczenia związane z naturalnymi zjawiskami, tj. parciem wiatru czy nadmierną insolacją, manifestując dominację techniki nad naturą, a właściciela bądź najemcy budynku – nad konkurencją. Również Modern Office Standard Polska wskazuje, że budynek biurowy klasy A powinien być ikoną, która „dominuje nad placem lub skrzyżowaniem” (CBRE–Rolfe Judd 2020: 13).

Krytyka systemu zamkniętego

Ikoniczne biurowce o przeszklonych fasadach wzbudzają podziw i respekt, jednak spotykają się także z krytyką. Hassan Fathy już w 1986 r. stwierdził, że „każdy architekt, który projektuje budynki będące wielkimi szklarniami, a następnie kompensuje to za pomocą potężnych urządzeń klimatyzujących, podchodzi do tego problemu niewłaściwie” (2013: 170). Badania dowiodły, że zrealizowany w 1930 r. Chrysler Building jest o wiele bardziej efektywny energetycznie niż przeszklone ikony, takie jak Seagram Building czy Lever

House (Kim 2023). Współcześnie stosowane w pakietach szybowych gazy szlachetne i powłoki niskoemisyjne poprawiają właściwości przeszkleń, jednak pod względem izolacyjności czy pojemności cieplnej nadal nie mogą się one równać z przegrodami pełnymi. Z tego właśnie powodu podczas konferencji prasowej 22 kwietnia 2019 r. ówczesny burmistrz Nowego Jorku Bill de Blasio zapowiedział wprowadzenie w mieście zakazu wznoszenia budynków wysokościowych ze szkła i stali. Choć eksperci branży budowlanej uznali słowa burmistrza za zapowiedzi bez pokrycia, to zwróciły one uwagę na problem energochłonności szklanych wież (Gurgul 2019).

Także Miłobędzki krytycznie wypowiada się o szklano-aluminiowych, szczelnych i płaskich fasadach, które uzależniły klimat wewnątrz budynków od systemów wentylacji mechanicznej i klimatyzacji. Twierdzi, że „nawet współczesne ikoniczne wieżowce chlubiące się ekologicznymi certyfikatami funkcjonują jak pacjent na oddziale intensywnej opieki medycznej – są bezradne w momencie odcięcia energii i dostępu do systemów informatycznych” (Miłobędzki 2017). Nazywa je wręcz „budynkami na OIOM-ie” (Springer 2024: 160). Juhani Pallasmaa krytykuje natomiast „osłabione poczucie materialności” współczesnych budowli: „dzisiejsze wytworzono maszynowo materiały: pozbawione skali tafle szkła, lakierowane metale i syntetyczne tworzywa prezentują oku swe nieustępliwe powierzchnie bez ujawniania swej materialnej istoty czy wieku” (Pallasmaa 2012: 40).

Mniej znaczy więcej? Nurty alternatywne

Choć znaczna część współczesnego budownictwa jest antagonistyczna wobec natury, to istnieją alternatywne nurty. Jednym z nich jest *low-tech*. Architektura tego nurtu opiera się na prostych, „niskich” technikach wywodzących się bezpośrednio z architektury wernakularnej oraz naturalnych niskoprzetworzonych materiałach, takich jak drewno, glina, słoma, a także na odpadach. Zdaniem Zielonko-Jung i Marchwińskiego idea *low-tech* owocuje „architekturą niewykraczającą poza drobną skalę i niemieszczącą się w standardach współczesnego świata. To raczej rodzaj manifestu wyrażającego krytykę wobec technokratycznej cywilizacji, negatywnych skutków jej rozwoju, niż realna propozycja dla budownictwa odpowiadającego powszechnemu zapotrzebowaniu” (2018: 5). Idea *low-tech* nie przenikała dotąd do architektury budynków biurowych lub przenikała do niej w niewielkim stopniu, w zakresie rozwiązań zbieżnych z zasadami architektury bioklimatycznej. W ostatnich latach pojawiły się jednak realizacje biurowe o wyraźnych cechach *low-tech*, choć niepozbawione rozwiązań zaawansowanych technicznie.

Analiza przykładów

Budynek biurowy 2226 w Lustenau (fotografia 1)

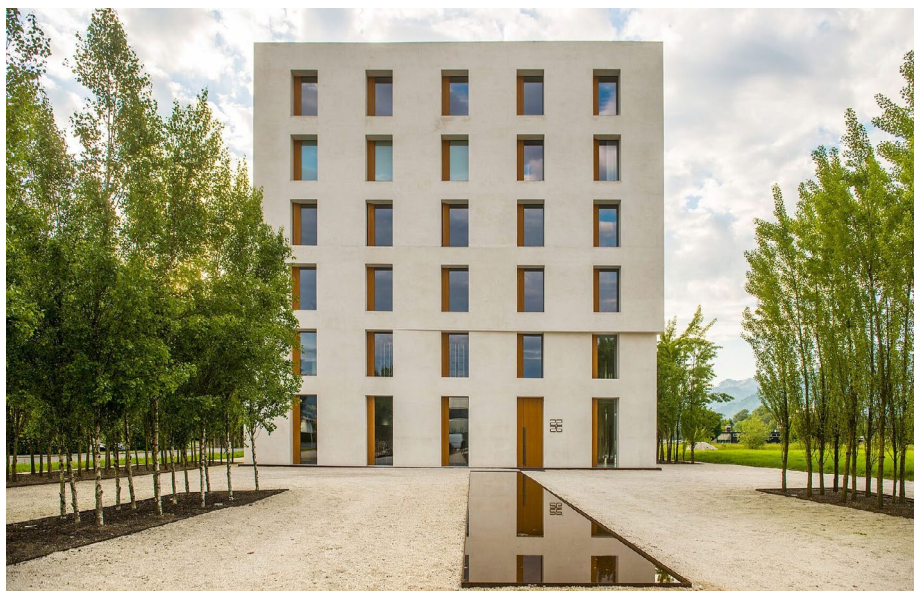
Lokalizacja: Lustenau, Austria

Projektant: Baumschlager Eberle Architekten

Powierzchnia całkowita (GFA): 3200 m²

Data ukończenia realizacji: 2013

Budynek został zaprojektowany przez biuro Baumschlager Eberle Architekten według nowatorskiej metody 2226, która polega na maksymalnym wykorzystaniu formy i detalu architektonicznego oraz fizyki budowli – odpowiedniej konfiguracji masy, izolacji, przeszkleń i ścian pełnych – dzięki czemu możliwe jest utrzymanie wewnątrz budynku stabilnej temperatury pomiędzy 22 a 26°C oraz rezygnacja z konwencjonalnego ogrzewania, chłodzenia i wentylacji mechanicznej. Źródłem ciepła w sezonie jesienno-zimowym są ludzie i sprzęty: komputery, drukarki czy nawet ekspresy do kawy. Oświetlenie, które w krótkie zimowe dni jest częściej używane niż latem, również pełni rolę źródła ogrzewania. Wentylację i chłodzenie zapewnia zautomatyzowane przewietrzanie (Baumschlager Eberle Architekten GmbH b.d., *2226 Lustenau...*; Gibas 2025; Jagielak 2020).



Fotografia 1. Budynek biurowy 2226 w Lustenau, Austria.

Źródło: Baumschlager Eberle Architekten GmbH b.d., *2226 Lustenau...*

Jak podają Dominik Maierhofer i in. (2022), wbudowana emisja gazów cieplarnianych obliczona na podstawie analizy cyklu życia budynku według normy EN 15879 kształtuje się na poziomie $7,86 \text{ kgCO}_2\text{e/m}^2/\text{rok}$ (w odniesieniu do powierzchni GFA i przy założeniu 50-letniego cyklu życia), natomiast emisja operacyjna – łącznie z energią zużywaną przez wyposażenie, tj. drukarki, komputery czy ekspresy do kawy, wynosi $13,98 \text{ kgCO}_2\text{e/m}^2/\text{rok}$. Budynek opisywany jest jako niemal zeroenergetyczny (*nearly zero-energy building*, nZEB). W latach 2013–2015 charakteryzował się rzeczywistym zużyciem energii pierwotnej na poziomie $67 \text{ kWh/m}^2/\text{rok}$, obliczonym według austriackiego standardu OIB RL 6.

Ściany budynku zbudowane są z dwóch warstw pustaków ceramicznych o łącznej grubości 76 cm i obustronnie wykończone tynkami wapiennymi. Stropy wykonano w technologii filigran, a podłogi podniesiono w formie zaimpregnowanych wylewek anhydrytowych na deskowaniu i legarach drewnianych (Jagiela 2020). Masywna konstrukcja, nieosłonięta materiałami izolacyjnymi, kanałami wentylacyjnymi czy sufitami podwieszanymi stanowi akumulator ciepła i chłodu, zapewniając znaczną bezwładność termiczną budynku i stabilne warunki temperaturowe wewnątrz. Wysokie okna, zajmujące jedynie 24% powierzchni elewacji (Gibas 2025), cofnięte są do wewnętrznego lica ściany – głębokie wnęki okienne zapewniają odpowiednie oświetlenie naturalne, a jednocześnie chronią przed nadmiernym nagrzewaniem się wnętrza.

Istotną cechą budynku jest jego prostota oraz, co za tym idzie, trwałość i elastyczność funkcjonalna. Budynek zaprojektowano z myślą o okresie eksploatacji trwającym 200 lat (Baumschlager Eberle Architekten GmbH b.d., 2226 *Lustnau*...). Otwarty plan umożliwia adaptację budynku do rozmaitych funkcji – budynek ma zapewniać odpowiednie warunki „niezależnie od tego, czy w danym pomieszczeniu znajdzie się biuro, mieszkanie czy siłownia” (Jagiela 2020: 79). Brak jest „warstw” o relatywnie krótkiej żywotności, takich jak mechaniczne urządzenia wentylacyjne i chłodnicze.

W celu zapewnienia odpowiedniej jakości środowiska wewnętrznego urządzenia pomiarowe co 30 sekund rejestrują temperaturę, wilgotność i poziom CO_2 i na tej podstawie w razie potrzeby uruchamiają przewietrzanie lub załączają oświetlenie jako źródło ciepła – przy czym decyzje użytkownika mają pierwszeństwo przed automatycznym sterowaniem. Urządzenia pomiarowe umożliwiają także gromadzenie danych na temat funkcjonowania budynku i warunków panujących wewnątrz – zarówno w celu rozwijania rozwiązań przyjętych w koncepcji 2226, jak i na wypadek roszczeń użytkowników w przypadku niewłaściwego działania obiektu (Jagiela 2020).

Obecność zaawansowanej techniki ograniczona jest do niezbędnego minimum, służąc na etapie projektowania do opracowania symulacji i sprawdzania przyjętych rozwiązań, zaś na etapie eksploatacji – do sterowania jakością środowiska wewnętrznego przez automatyczne otwieranie okien lub załączanie

oświetlenia, a także do monitorowania działania tych systemów i warunków panujących w budynku.

Firma Baumschlager Eberle Architekten była również inwestorem budynku w Lustenau. Nie znalazł się wówczas klient gotowy uwierzyć w koncepcję prof. Dietmara Eberlego (Jagiela 2020). Prototypowy budynek wzbudził jednak zainteresowanie inwestorów – do dnia dzisiejszego powstało kilka kolejnych budynków według koncepcji 2226, zarówno o funkcji biurowej, jak i mieszkaniowej czy mieszanej. W ramach holdingu Baumschlager Eberle Architekten powstała osobna firma – 2226. W 2025 r. oddano do użytkowania budynek biurowy w Schlieren w Szwajcarii (fotografia 2) o powierzchni użytkowej ok. 18 000 m², który jak dotąd jest największą realizacją idei 2226 (2226 GmbH b.d.).



Fotografia 2. Budynek JED Schlieren, Szwajcaria.

Źródło: Baumschlager Eberle Architekten GmbH b.d., 2226 JED...

Budynek Alnatura Arbeitswelt w Darmstadt (fotografia 3)

Lokalizacja: Darmstadt, Niemcy

Projektant: haas cook zemmrich STUDIO2050

Powierzchnia całkowita (GFA): ok. 13 500 m²

Data ukończenia realizacji: 2019

Kampus firmy Alnatura, producenta zdrowej żywności, powstał na terenach dawnych amerykańskich koszar wojskowych w Darmstadt. Pośród ogrodów

edukacyjnych i pokazowych, sadów i podniesionych grządek, znalazło się przedszkole waldorfskie, restauracja wegetariańska, supermarket ze zdrową żywnością oraz serce całego założenia – budynek biurowy mieszczący główną siedzibę firmy, tzw. Alnatura Arbeitswelt – Świat Pracy Alnatura. Budynek o powierzchni biurowej ok. 10 000 m² mieści 400 stanowisk pracy i jest jak dotąd największym w Europie biurowcem o ścianach wzniesionych w technologii ziemi ubijanej (*rammed earth*) (Haas 2020).

Budynek zużywa energię pierwotną w ilości 94 kWh/m²/rok obliczoną według normy DIN V 18599, co stanowi ok. 1/3 poziomu określonego w niemieckich przepisach w sprawie oszczędzania energii (EnEV) aktualnych na czas realizacji inwestycji (Mayer 2023). Warto jednak szczególnie podkreślić rozwiązania minimalizujące zużycie energii i ślad węglowy generowany w fazie budowy i przyszłej likwidacji budynku.

Jak można przeczytać w opisie projektu na stronie internetowej firmy Transsolar, która odpowiadała za koncepcję energetyczną budynku, przy jego projektowaniu i budowie nacisk położony był na prostotę i solidność – więcej jakości przez redukcję (*more quality through reduction*) (Transsolar Energietechnik GmbH b.d., *Alnatura Campus...*). Dążeniem twórców projektu było radykalne uproszczenie procesu budowy tak, aby jak najmniej obciążać środowisko naturalne pod względem zużycia zarówno energii, jak i zasobów.



Fotografia 3. Budynek biurowy Alnatura Arbeitswelt w Darmstadt, Niemcy.

Źródło: Lehm Ton Erde b.d.

Niski i rozległy budynek firmy Alnatura to typowy *groundscraper*. Zorientowany jest wzdłuż osi wschód–zachód. Fasady wschodnia i zachodnia są całkowicie przeszklone, kadrując widoki z jednej strony na las, z drugiej – na miasto. Dach zwieńczony jest liniowym świetlikiem zorientowanym w kierunku północnym – jego otwieralne elementy są częścią systemu naturalnej wentylacji. Kompozycję

fasady północnej i południowej stanowi rytm sekcji ścian pełnych i przeszkleń – z przewagą ścian pełnych. Dodatkowo okna w elewacji południowej wyposażone są w indywidualnie sterowane zewnętrzne osłony przeciwsłoneczne. Dzięki temu wewnątrz budynku ma zapewnioną dużą ilość naturalnego rozproszonego światła, a jednocześnie nie jest narażone na przegrzewanie, zwłaszcza że masywne sekcje ścian pełnych – o grubości 69 cm – wykonane są w technologii ziemi ubijanej.



Fotografia 4. Wnętrze budynku Alnatura Arbeitswelt, fot. Eduardo Perez.

Źródło: Vitra International b.d.

Innowacyjna technologia ścian opracowana została we współpracy z Martinem Rauchem i firmą Transsolar. Materiał pochodzi z Westerwaldu i zawiera dodatek żwiru wulkanicznego z gór Eifel oraz ziemi pozyskanej z wykopu podczas budowy tunelu Stuttgart 21. Budynek wzniesiono z 384 bloków ziemnych o wymiarach 3,5 m × 1 m prefabrykowanych w bezpośrednim sąsiedztwie terenu budowy. Na etapie prefabrykacji w strukturze ściany, pomiędzy 38-centymetrową zewnętrzną warstwą ziemi a 14-centymetrową warstwą wewnętrzną, zawarta została 17-centymetrowa warstwa izolacji z granulatu szkła piankowego pochodzącego z recyklingu. W warstwie zewnętrznej zastosowano poziome bariery przeciwoerozyjne z gliny i wapna trasowego, a wewnętrzne płaszczyzny ścian

zabezpieczono farbą kazeinową. Po raz pierwszy także ze ścianą z ziemi ubijanej zintegrowano geotermalny system ogrzewania ściennego (Haas 2020).

Masa ścian z ubijanej ziemi oraz betonowych stropów stanowi akumulator ciepła i chłodu, zapewniając stabilną temperaturę wewnątrz budynku. Stosowanie sufitów podwieszanych niwelowałoby termoregulacyjne działanie masy betonowej konstrukcji, dlatego zastosowano listwowe elementy pochłaniające dźwięk zintegrowane ze stropami. Na komfort akustyczny otwartej przestrzeni biurowca pozytywnie wpływa również drewniany sufit listwowy zamykający od wewnątrz konstrukcję dachu (fotografia 4), mikroperforowane okładziny ścian trzonów i portali okiennych, a także porowata struktura ścian z ubijanej ziemi (fotografia 5).



Fotografia 5. Wnętrze budynku Alnatura Arbeitswelt, fot. ©Roland Halbe.

Źródło: Best Workspace b.d.

Zaawansowana technika wspierała proces projektowy przez komputerowe analizy i symulacje. W fazie projektowania przeprowadzono analizę dziewięciu kombinacji wariantów konstrukcyjnych i materiałowych przegród zewnętrznych, stropów i dachu pod kątem ich efektywności energetycznej w cyklu życia trwającym 30, 50 i 100 lat – rozwiązanie oparte na przegrodach z ziemi ubijanej z dodatkową izolacją termiczną okazało się korzystniejsze w porównaniu z bardziej

konwencjonalnymi wariantami, tj. ścianami o konstrukcji murowanej czy szkieletowej z wypełnieniem z wełny mineralnej (Auer i in. 2015).

Aktywne rozwiązania stosowane w trakcie eksploatacji budynku to wentylacja mechaniczna, która w razie potrzeby wspiera działanie wentylacji naturalnej, instalacja gazowa pokrywająca szczytowe zapotrzebowanie na ciepło przez ok. 60 dni w roku, a także instalacje wytwarzające energię z odnawialnych źródeł – fotowoltaiczna i geotermalna.

Rolą zaawansowanych technicznie systemów aktywnych w budynku Alnatura jest uzupełnienie i wsparcie działania systemów opartych na zjawiskach naturalnych. Bez wątpienia istotna jest także wizerunkowa rola techniki – ale techniki „niskiej”, nie *high-tech*. Rekultywacja zanieczyszczonego terenu i przeznaczenie go na cele upraw ekologicznych, rozwiązania bazujące na zjawiskach naturalnych oraz niskoprzetworzone materiały podkreślają proekologiczny wizerunek firmy – producenta zdrowej żywności.

Budynek biurowo-mieszkaniowo-usługowy Vertikal Nydalen w Oslo (fotografia 6)

Lokalizacja: Oslo, Norwegia

Projektant: *Snøhetta*

Powierzchnia całkowita (GFA): ok. 11 200 m²

Data ukończenia realizacji: 2024

Budynek Vertikal Nydalen znajduje się na działce dawnego parkingu nad rzeką Akerselva w Oslo. Podzielony jest na dwie kubatury o różnej wysokości, z których tylko jedna osiąga 18 m – maksymalną wysokość dopuszczoną przez prawo miejscowe. Na parterze znajdują się lokale gastronomiczne, pięć kolejnych kondygnacji mieści biura, a pozostałe kondygnacje – mieszkania. Budynek charakteryzuje zasada tzw. potrójnego zera – oznacza to, że nie korzysta on z zewnętrznych dostaw energii na potrzeby ogrzewania, chłodzenia i wentylacji. Rozwiązania zastosowane w budynku są efektem dwóch projektów badawczych wspieranych przez Norweską Radę ds. Badań Naukowych (RCN) – projekt *LowEx* koncentruje się na systemach ogrzewania i chłodzenia o minimalnym zużyciu energii, a projekt *Naturally* skupia się na innowacyjnych strategiach naturalnej wentylacji.

Forma budynku podyktowana jest dążeniem do maksymalnego wykorzystania potencjału naturalnego przewietrzania. Woda ze źródeł geotermalnych cyrkuluje w betonowych stropach i glinianych ścianach. Stropy grzewczo-chłodzące nie są przesłonięte kanałami wentylacyjnymi i sufitami podwieszanymi, co pozwala w pełni wykorzystać termoregulacyjne właściwości ich betonowej masy, a pogłos minimalizowany jest przez liniowe panele akustyczne typu *baffle* z tworzywa sztucznego pochodzącego z recyklingu. Fasadę wykończono deskami z modyfikowanej termicznie sosny, która z czasem będzie naturalnie szarzeć.



Fotografia 6. Vertikal Nydalen w Oslo, Norwegia, fot. Lars Petter Pettersen.

Źródło: Snøhetta b.d.

Osiągnięcie „potrójnego zera” nie byłoby możliwe bez wsparcia symulacji i analiz komputerowych opracowanych na etapie projektu w celu optymalizacji formy pod kątem maksymalnego wykorzystania naturalnego przewietrzania,

a także fotowoltaiki i energii geotermalnej w połączeniu z niskoenergetycznym systemem ogrzewania i chłodzenia na etapie eksploatacji. Budynek jest wyposażony w czujki monitorujące temperaturę i działanie wentylacji, a każde stanowisko pracy posiada kod QR umożliwiający użytkownikom wyrażanie swojej opinii na temat jakości środowiska wewnętrznego. Monitorowanie zużycia energii, klimatu wewnętrznego i satysfakcji użytkowników jest częścią projektów badawczych *Hybrids* i *SmartTune* (Kociucka 2024; Snøhetta b.d.).

Rolą techniki jest więc wspieranie procesu projektowania przez zaawansowane narzędzia analiz i symulacji komputerowych, umożliwiające na etapie eksploatacji maksymalne wykorzystanie zjawisk naturalnych. W fazie operacyjnej zaawansowana technika umożliwia korzystanie z odnawialnych źródeł energii oraz monitorowanie i inteligentne zarządzanie systemami budynku.

Przewartościowanie roli techniki w Vertikal Nydalen dobrze ilustrują słowa dr. Tora Helge Dokki, głównego doradcy firmy Skanska, generalnego wykonawcy obiektu. Dokka przedstawia Vertikal Nydalen jako przykład możliwości wyeliminowania 80% techniki stosowanej standardowo w nowoczesnym budynku biurowym, w tym pominięcia drogich, skomplikowanych rozwiązań mechanicznych, i wybudowania solidnego, trwałego budynku, zapewniającego komfort termiczny i wysoką jakość środowiska wewnętrznego (Kociucka 2024). Podkreślanym atutem nie jest obecność zaawansowanej techniki, lecz jej ograniczenie.

Budynek biurowy Hortus w Allschwil (fotografia 7)

Lokalizacja: Allschwil, Szwajcaria

Projektant: *Herzog & de Meuron*

Powierzchnia całkowita (GFA): ok. 14 100 m²

Data ukończenia realizacji: 2025

Budynek znajduje się na terenie jednego ze Szwajcarskich Parków Innowacji. Hortus to skrót od *House of Research, Technology, Utopia, and Sustainability* (Dom Badań Naukowych, Technologii, Utopii i Zrównoważonego Rozwoju). Mieści ok. 600 stanowisk pracy. Jak podają autorzy projektu, budynek ma się charakteryzować wbudowaną emisją dwutlenku węgla na poziomie ok. 5 kgCO₂e/m²/rok i zerową emisją operacyjną. Energia wbudowana kształtuje się na poziomie 21 kWh/m²/rok, natomiast w fazie eksploatacji budynek ma produkować energię z nadwyżką, dzięki której po 31 latach stanie się plus energetyczny (Herzog & de Meuron b.d.).

Budynek posadowiono na fundamentach punktowych, ograniczając roboty ziemne i zużycie betonu – materiału o wysokim śladzie węglowym. Konstrukcja jest drewniana – drewno pochodzi z oddalonego o ok. 150 km kantonu St. Gallen. Drewniana struktura jest niemal pozbawiona kleju i metalowych łączników, co umożliwia w przyszłości łatwy demontaż i ponowne wykorzystanie jej elementów. Charakterystycznymi elementami budynku są stropy – wykonane z drewna

i ziemi ubijanej (*rammed earth*), pozyskanej bezpośrednio z placu budowy (Herzog & de Meuron b.d.).



Fotografia 7. Budynek Hortus w Allschwil, Szwajcaria, fot. ©Maris Mezulis.

Źródło: Herzog & de Meuron b.d.

Choć budynek nie jest całkowicie pozbawiony wentylacji mechanicznej, przestrzeń pod nim i wewnętrzne patio z ogrodem zaprojektowanym przez Pieta Oudolfa umożliwiają cyrkulację powietrza oraz maksymalne wykorzystanie potencjału naturalnej wentylacji i naturalnego chłodzenia (Herzog & de Meuron b.d.; Transsolar Energietechnik GmbH b.d., „Hortus’...”). Brak konwencjonalnych kanałów wentylacyjnych pozwala całkowicie wyeksponować stropy z ubijanej ziemi, wykorzystując ich walory zarówno estetyczne, jak i termoregulacyjne oraz akustyczne.

W fazie projektowania korzystano z zaawansowanych technik symulacji i analiz komputerowych, tj. z symulacji oświetlenia światłem dziennym, dzięki której fasady mają optymalne proporcje przegród pełnych i przeszkleń, zapewniając odpowiednie oświetlenie naturalne, a zarazem chroniąc przed nadmiernymi zyskami i stratami ciepła. Szkło ma znaczący ślad węglowy, dlatego dążono do jego ograniczenia – zrezygnowano np. z potrójnego szklenia okien i zastosowano zestawy dwuszybowe.

Aby budynek mógł stać się plus energetyczny konieczne było zastosowanie systemów wytwarzających energię ze źródeł odnawialnych – geotermii i słońca. Dach i elewacje budynku pokryte są panelami fotowoltaicznymi o łącznej powierzchni ok. 5000 m² produkującymi energię o mocy ok. 8000 kWh w skali roku. Wentylacja mechaniczna jest zastosowana w minimalnym niezbędnym zakresie. Pod stropami pomieszczeń biurowych zwieszane są jedynie oprawy oświetleniowe i zintegrowane z nimi czujki zbierające dane o warunkach klimatu wewnętrznego (fotografia 8).

Rolą techniki jest wspieranie procesu projektowania w poszukiwaniu najbardziej optymalnych i energooszczędnych rozwiązań, a także wspieranie i uzupełnianie funkcjonowania rozwiązań opartych na naturalnych zjawiskach w fazie operacyjnej. Zaawansowana technika umożliwia także zwrot długu energetycznego zaciągniętego na budowę i eksploatację budynku przez wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych.



Fotografia 8. Wnętrze budynku Hortus w Allschwil, Szwajcaria. Fot. ©Maris Mezulis.

Źródło: Herzog & de Meuron b.d.

Współpraca natury i techniki

Wszystkie przedstawione przykłady budynków posiadają cechy systemu otwartego. Sięgają po rozwiązania znane z architektury wernakularnej i charakterystyczne dla nurtu *low-tech*, takie jak naturalna wentylacja czy wykorzystanie masy termicznej konstrukcji jako akumulatora ciepła i chłodu. Zapewniają optymalne oświetlenie naturalne przy jednoczesnym ograniczeniu powierzchni przeszkleń: typowa lekkość szklanego biurowca zostaje w nich wyparta masywnością „ziemskiej” architektury, architektury wyrastającej z miejsca – w przypadku budynku Hortus całkiem dosłownie. Brak kanałów wentylacyjnych umożliwia odsłonięcie stropów, co sprzyja nie tylko wykorzystaniu termoregulacyjnych właściwości ich masy termicznej, ale istotnie wpływa na estetykę wnętrza, które są całkowicie spójne z architekturą – bez stylizacji, bez nadmiarowego użycia wykładzin, tapet, okładzin akustycznych i sufitów podwieszanych. Duże znaczenie ma ograniczenie energii wbudowanej, związanej z produkcją, montażem, transportem i utylizacją materiałów budowlanych, dlatego pojawiają się materiały naturalne, takie jak drewno, surowa ziemia.

Nie jest to jednak „czysty” *low-tech* – zastosowane technologie prefabrykacji elementów z surowej ziemi wymagają profesjonalnej wiedzy, umiejętności i narzędzi. Przewietrzanie jest zautomatyzowane – odpowiada na sygnały z czujników monitorujących jakość powietrza. W budynkach Alnatura i Vertikal Nydalen masywne przegrody z surowej ziemi zintegrowane są z zaawansowanym technicznie ogrzewaniem płaszczyznowym. Aby maksymalnie wykorzystać potencjał naturalnej wentylacji czy naturalnego oświetlenia, na etapie projektowym stosowane są techniki symulacji komputerowych, a na etapie eksploatacji – monitorowanie działania systemów i jakości środowiska wewnętrznego (każdy z przedstawionych przykładów jest poniekąd eksperymentem). We wszystkich budynkach poza budynkami realizowanymi według koncepcji 2226 obecne są ponadto zaawansowane technicznie systemy wykorzystujące energię ze źródeł odnawialnych – głównie fotowoltaika i instalacje geotermalne. Zestawienie wiodących rozwiązań opartych na współpracy z naturą (pasywnych) oraz rozwiązań zaawansowanych technicznie (aktywnych) przedstawia tabela 1.

Warto zauważyć, że w przeciwieństwie do obiektów nurtu *high-tech* w przedstawionych przykładach podkreślana jest prostota rozwiązań, maksymalne wykorzystanie zjawisk naturalnych i ograniczenie stosowania zaawansowanej energo- i zasobochłonnej techniki (wspomniane już *more quality through reduction*; Transsolar Energietechnik GmbH b.d., Alnatura Campus...), a więc zaawansowanie techniczne ulega redefinicji.

Tabela 1. Zestawienie rozwiązań opartych na współpracy z naturą (pasywnych) i zaawansowanych technicznie (aktywnych)

		2226 Lustenau	Alnatura Arbeitswelt	Vertikal Nydalén	Hortus
Rozwiązania oparte na współpracy z naturą, pasywne	Naturalne, niskoprzetworzone materiały		■	■	■
	Masywna konstrukcja jako akumulator ciepła i chłodu	■	■	■	■
	Optymalizacja formy i orientacji budynku	■	■	■	■
	Optymalizacja powierzchni przeszkleń	■	■	■	■
	Naturalna wentylacja	■	■	■	■
Rozwiązania zaawansowane technicznie, aktywne	Analizy i symulacje komputerowe wspierające proces projektowania	■	■	■	■
	Monitorowanie parametrów klimatu wewnętrznego i sterowanie systemami budynku	■	■	■	■
	Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w budynku		■	■	■
	Wentylacja mechaniczna jako uzupełnienie naturalnego przewietrzania		■	■	■

Źródło: opracowanie własne.

Rola techniki

Zgodnie z unijną dyrektywą w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (*Energy Performance of Buildings Directive*, EPBD) od 2030 r. wszystkie nowe budynki w Unii Europejskiej, a już od 2028 r. wszystkie nowe budynki będące własnością instytucji publicznych, będą musiały być budynkami bezemisijnymi, tj. budynkami wymagającymi zerowej lub bardzo małej ilości energii, niewytwarzającymi na miejscu emisji dwutlenku węgla z paliw kopalnych i wytwarzającymi zerowe lub bardzo małe ilości operacyjnych emisji gazów cieplarnianych. Wizja na 2050 r. wykracza poza kwestię emisji operacyjnych. Zaleca się stopniowe uwzględnianie emisji w całym cyklu życia budynków (Dyrektywa..., Dz.U. L 2024/1275 z 8.05.2024). Budynek w Lustenau kwalifikowany jest jako obiekt o niemal zerowym zużyciu energii (nZEB) (Maierhofer i in. 2022), budynek Alnatura to przykład uwzględnienia i ograniczenia emisji wbudowanych, Vertikal Nydalén osiąga zerowe zużycie energii na potrzeby ogrzewania, chłodzenia i wentylacji oraz ponad 50-procentową redukcję emisji CO₂ w porównaniu

z budynkiem referencyjnym, uwzględniając produkcję materiałów i transport (Snøhetta b.d.), a ostatnia z realizacji – budynek Hortus – ma „spłacić” dług energetyczny zaciągnięty na swoją budowę i eksploatację już po 31 latach użytkowania, stając się „energetycznie pozytywną” (Herzog & de Meuron b.d.).

Można stwierdzić na tej podstawie, że elementy *low-tech* mają przyszłość, a rolą techniki będzie przede wszystkim wspieranie procesu projektowania przez zaawansowane analizy i symulacje komputerowe, natomiast w fazie operacyjnej – monitorowanie i dyskretne wspomaganie działania systemów opartych na zjawiskach naturalnych przez inteligentne, zintegrowane sterowanie. Nieodzowne są także instalacje odnawialnych źródeł energii.

Przewartościowaniu ulega również wizerunkowa rola techniki – elementy niskotechnologiczne i naturalne – nie *high-tech* – budują proekologiczny wizerunek właścicieli budynków oraz ich najemców.

Cechą, która łączy opisane budynki jest także ich lokalizacja. Znajdują się one albo w małych miastach – jak liczące ok. 20 000 mieszkańców Lustenau czy Schlieren, albo na przedmieściach jak Alnatura Campus w Darmstadt czy Hortus w miejscowości Allschwil obok Bazylei, bądź w dzielnicy wyłączonej z ruchu samochodowego – jak Nydalen w Oslo. Zapewne nie są one narażone na zanieczyszczenia powietrza i hałas komunikacyjny w takim stopniu jak wiele polskich miast. Nasuwa się wniosek, że zrównoważone projektowanie, traktujące budynki jako systemy otwarte, wymaga podejścia holistycznego – całościowego traktowania jakości środowiska zewnętrznego i wewnętrznego, stanowiących *continuum*. Miasto przyjazne dla mieszkańców i dla środowiska naturalnego oraz budynki, które nie muszą się od niego izolować, to w wielu miejscach wciąż odległy ideał, ale warto do niego dążyć.

Ograniczenia i kierunki dalszych badań

Ograniczeniem badania jest niewielka próba przykładów, a także brak ściśle porównywalnych danych z zakresu zużycia energii czy emisji gazów cieplarnianych. W przyszłych badaniach wskazane byłoby rozszerzenie próby badawczej oraz zastosowanie ujednoliconej metody oceny cyklu życia budynków, z uwzględnieniem komfortu użytkowania, w celu precyzyjnej oceny opisywanych rozwiązań.

Podsumowanie

Przedstawione przykłady są przejawem przewartościowania roli techniki w kształtowaniu zrównoważonych budynków biurowych, w efekcie którego wyłania się idea technicznego minimalizmu. Rola techniki nie polega w nich na poskramianiu natury, lecz na wspieraniu współpracy architektury z naturą. Skala

analizowanych realizacji, a także zaangażowanie czołowych europejskich pracowni architektonicznych, mogą wskazywać, że nie jest to tylko „rodzaj manifestu wyrażającego krytykę wobec technokratycznej cywilizacji” (Zielonko-Jung, Marchwiński 2012: 5), lecz istotny kierunek rozwoju współczesnej architektury.

Bibliografia

- 2226 GmbH (b.d.). *2226 JED Schlieren*, <https://www.2226.eu/en/project/2226-jed-schlieren> [dostęp: 12.01.2026].
- Arnold, D. (1999). Air conditioning in Office Buildings After World War II. *Ashrae Journal*, July, s. 33–41, <https://www.ashrae.org/file%20library/about/mission%20and%20vision/ashrae%20and%20industry%20history/air-conditioning-in-office-buildings-after-world-war-ii.pdf> [dostęp: 15.12.2025].
- Auer, T., Knaack, U., Hildebrand, L., Haas, M., & Frenzel H. (2015). *Entwicklung von Strategien zur Implementierung des grauen Energieaufwands in den iterativen integrierten Entwurfsprozess von Gebäuden*. Abschlussbericht des Forschungsprojektes Az: 32312/01-25 von der Deutsche Bundesstiftung Umwelt, <https://opac.dbu.de/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-32312-01.pdf> [dostęp: 15.05.2026].
- Barber, D.A., Leśniak-Rychlak, D., & Raczkowska, N. (2022). Infrastruktura i przeznaczenie. *Autoportret. Pismo o dobrej przestrzeni*, 1, s. 8–15.
- Baumschlager Eberle Architekten GmbH (b.d.). *2226 JED Schlieren Schlieren, Schweiz. Büro und Verwaltung*, <https://baumschlager-eberle.com/en/work/projects/projekte-details/2226-lustenau/> [dostęp: 5.02.2026].
- Baumschlager Eberle Architekten GmbH (b.d.). *2226 Lustenau. Lustenau, Austria. Office and administration*, <https://baumschlager-eberle.com/en/work/projects/projekte-details/2226-lustenau> [dostęp: 5.02.2026].
- Best Workspace (b.d.). *Alnatura Campus*, <https://www.bestworkspaces.com/workspaces/alnatura-campus> [dostęp: 5.02.2026].
- Bystroń, M., Duliński, W., Taczalska-Ryniak, A., Zawada-Pęgiel, K., & Złowodzki, M. (2024). *O projektowaniu architektury miejsc pracy*, t. 2: *Architektura budynków i zespołów biurowych*, Wydawnictwo PK.
- CBRE–Rolfe Judd (2020). *Modern Office Standard Polska 2020*, <https://mosp.cbrepoland.pl/2020> [dostęp: 24.06.2026].
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1275 z dnia 24 kwietnia 2024 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (wersja przekształcona) (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz.U. L 2024/1275, 8.05.2024).
- Fathy, H. (2013). Energia naturalna i lokalna architektura. [W:] C. Jencks, K. Kropf (red.). *Teorie i manifesty architektury współczesnej*. Tłum. D. Szymczak, Grupa Sztuka Architektury, s. 169–170.
- Gibas, A. (2025). „Less is more” w wersji hardcore. *2226 z Lustenau jako biurowiec przyszłości*, *Architektura & Biznes*, 29.04, <https://www.architekturaibiznes.pl/2226-biurowiec-lustenau,39487.html> [dostęp: 10.01.2026].
- Gurgul, A. (2019). Nie ma architektury ekologicznej, istnieje tylko mniej uciążliwa dla środowiska. *Autoportret. Pismo o dobrej przestrzeni*, 4, il. D. Wilczyńska, <https://>

- www.autoportret.pl/artykuly/nie-ma-architektury-ekologicznej-istnieje-tylko-mniej-uczaiiwa-dla-srodowiska [dostęp: 10.12.2025].
- Haas, M. (2020). *The Alnatura Campus*. LEHM 2020, 8th International Conference on Building with Earth, https://www.dachverband-lehm.de/lehm2020_online/pdf/lehm2020_b_haascookzemmrch_en.pdf [dostęp: 5.01.2026].
- Herzog & de Meuron (b.d.). *543 Hortus. Allschwil, Switzerland*, <https://www.herzogde-meuron.com/projects/543-hortus> [dostęp: 5.02.2026].
- Jagielak, M. (2020). BE2226: tylko architektura. *Zawód: Architekt*, 72, s. 76–83.
- Jencks, C. (1987). *Architektura postmodernistyczna*. Tłum. B. Gadomska, posł. W. Kosiński, Wydawnictwo Arkady.
- Kim, J.J. (2023). Energy Performance and Sustainability of High-Rise Buildings. *Proceedings of the International Conference of Contemporary Affairs in Architecture and Urbanism-ICCAUA*, 6(1), s. 130–137, <https://doi.org/10.38027/iccaua2023en0208>.
- Kociucka, A. (2024). *Vertikal Nydalen projektu Snøhetta – powrót do (zielonej) przyszłości już w Oslo*. *Architektura & Biznes*, 18.06, <https://www.architekturaibiznes.pl/powrot-do-zielonej-przyszlosci-oslo,34704.html> [dostęp: 12.12.2025].
- Kuczera, A. (2018). Przykłady zrównoważonych budynków biurowych w Polsce. [W:] S. Firląg (red.). *Zrównoważone budynki biurowe. Projektowanie. Uwarunkowania prawne. Rozwiązania technologiczne*, Wydawnictwo Naukowe PWN, s. 383–403.
- Lehm Ton Erde (b.d.) *Alnatura Campus*, <https://www.lehmtonerde.at/en/projects/alnatura-campus> [dostęp: 5.02.2026].
- Maierhofer, D., Röck, M., Ruschi Mendes Saade, M., Hoxha, E., & Passer, A. (2022). Critical life cycle assessment of the innovative passive nZEB building concept ‘be 2226’ in view of net-zero carbon targets. *Building and Environment*, 223, 109476, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109476>.
- Mayer, L. (2023). *Alnatura office building*. *Construction 21 Deutschland*, 13.03, <https://www.construction21.org/deutschland/case-studies/h/alnatura-working-world-en.html> [dostęp: 15.05.2026].
- Miłobędzki, M. (2017). Nieznosna lekkość. *Autoportret. Pismo o dobrej przestrzeni*, 2, <https://www.autoportret.pl/artykuly/nieznosna-lekkosc> [dostęp: 20.12.2025].
- Miłobędzki, M. (2023). Czy możliwe jest ocalenie pod władzą techników?. *Autoportret. Pismo o dobrej przestrzeni*, 4, <https://www.autoportret.pl/artykuly/czy-mozliwe-jest-ocalenie-pod-wladza-technikow> [dostęp: 20.12.2025].
- Pallasmaa, J. (2012). *Oczy skóry: architektura i zmysły*. Tłum. M. Choptiany, Instytut Architektury.
- Snøhetta (b.d.). *Vertical Nydalen. Going back to the future of energy solutions*, <https://www.snohetta.com/projects/vertikal-nydalen> [dostęp: 5.02.2026].
- Springer, F. (2024). *Szara godzina. Czas na nową architekturę*, Wydawnictwo Karakter.
- Transsolar Energietechnik GmbH (b.d.). *Alnatura Campus, Darmstadt, Germany*, <https://transsolar.com/projects/alnatura-campus> [dostęp: 5.01.2026].
- Transsolar Energietechnik GmbH (b.d.). *‘Hortus’ Switzerland Innovation Park Basel Area Main Campus, Allschwil, Switzerland*, Transsolar KlimaEngineering, <https://transsolar.com/projects/allschwil-hortus-switzerland-innovation-park-basel-area-main-campus> [dostęp: 25.01.2026].
- Widera, B. (2018). *Proces kształtowania relacji z naturą w architekturze współczesnej*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.

- Vitra International (b.d.). Alnatura Darmstadt, Germany, <https://www.vitra.com/en-pl/professionals/projects/clients/details/alnatura?srsId=AfmBOortqfVGyWNGZfAbJHNM935O-2MT8kKyLOy6jDxXnHgVscwjw4au> [dostęp: 5.02.2026].
- Yeang, K. (1987). *Tropical Urban Regionalism. Building in a South-East Asian City*, Concept Media Pte Ltd.
- Zielonko-Jung, K., & Marchwiński, J. (2012). *Łączenie zaawansowanych i tradycyjnych technologii w architekturze proekologicznej*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.

Wkład autorów / Author Contributions

Konceptualizacja / Conceptualization: B.O.-F.

Metodologia / Methodology: B.O.-F.

Badania / Investigation: B.O.-F.

Przygotowanie wersji wstępnej / Writing – original draft: B.O.-F.

Materiały dodatkowe / Supplementary Materials

Nie dotyczy / Not applicable.

Finansowanie / Funding

Niniejsze badania nie otrzymały żadnego zewnętrznego finansowania / This research received no external funding.

Oświadczenie o zatwierdzeniu etycznym / Ethics Approval Statement

Nie dotyczy / Not applicable

Oświadczenie o świadomej zgodzie / Informed Consent Statement

Nie dotyczy/ Not applicable.

Oświadczenie o dostępności danych / Data Availability Statement

Udostępnianie danych nie ma zastosowania do niniejszego artykułu, ponieważ w ramach przygotowania niniejszej pracy nie utworzono ani nie analizowano żadnych nowych danych / Data sharing is not applicable to this article, as no new data were created or analyzed in this study.

Deklaracja dotycząca wykorzystania generatywnie j sztucznej inteligencji /

Declaration f Generative AI Use

W trakcie przygotowywania niniejszej pracy autorka wykorzystała ChatGPT (OpenAI) w celu wsparcia tłumaczenia tytułu i streszczenia artykułu na język angielski. Autorka zweryfikowała i zredagowała wygenerowaną treść oraz ponosi za nią pełną odpowiedzialność / During the preparation of this article, the author used ChatGPT (OpenAI) to assist in translating the title and abstract into English. The generated text was subsequently reviewed, verified, and edited by the author, who assumes full responsibility for the final content of the manuscript.

Podziękowania / Acknowledgments

Nie dotyczy/ Not applicable.

Konflikt interesów / Conflict of Interest

Autorka oświadcza, że nie występuje konflikt interesów związany z publikacją niniejszego artykułu./ The author declares that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.