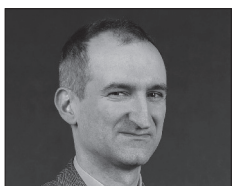


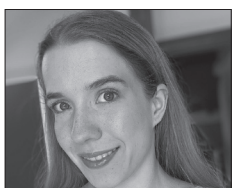
Budynek mieszkalny jako ekosystem zwrócony na człowieka



dr hab. inż.
ARTUR WIROWSKI, PROF PŁ
Politechnika Łódzka
Wydział Budownictwa,
Architektury i Inżynierii Środowiska
ORCID: 0000-0001-5251-321X



dr inż.
EWELINA KUBACKA
Politechnika Łódzka
Wydział Budownictwa,
Architektury i Inżynierii Środowiska
ORCID: 0000-0003-1727-9143



inż.
ZUZANNA FRĄCKOWICZ
Politechnika Łódzka
Wydział Budownictwa,
Architektury i Inżynierii Środowiska
ORCID: 0009-0005-1480-627X



inż.
PAULINA KASZUBSKA
Politechnika Łódzka
Wydział Budownictwa,
Architektury i Inżynierii Środowiska
ORCID: 0009-0007-3352-7377

Budynek mieszkalny na miarę XXI wieku powinien być samowystarczającym ekosystemem zwróconym na człowieka. Ekosystemem, który współgrałby z użytkownikiem i korzystnie wpływał na to, w jaki sposób człowiek czuje się w danym obiekcie, zapewniającym nie tylko bezpieczeństwo użytkownika, ale także jego szeroko rozumiany komfort.

Współczesne projektowanie i realizacja budynków mieszkalnych są dziełem całego wielobranżowego zespołu projektantów i wykonawców. Dzięki inteligentnym rozwiązaniom możliwe jest zapewnienie większego komfortu użytkowników niż kilka czy kilkanaście lat temu. Zastosowana wewnątrz i na zewnątrz budynku nowoczesna technologia staje się równie ważna jak sama przestrzeń architektoniczna, a w dodatku musi z nią w pełni współgrać na różnych płaszczyznach.

Do stworzenia wartościowego budynku potrzeba świadomego współdziałania specjalistów różnych branż i zawodów, którzy w ramach modelu cyfrowego BIM będą współdziałali przy projektowaniu, a potem na wszelkich etapach realizacji obiektu. Zespół fachowców powinien rozumieć, że stworzenie budynku mieszkalnego, który ma być ekosystemem przyjaznym dla człowieka, nie może skupiać się jedynie na przestrzeganiu obowiązujących norm projektowych, ale musi także zapewniać komfort użytkowników za pomocą dostępnych rozwiązań technologicznych i architektonicznych. Trudne jest więc dziś całościowe zaprojektowanie budynku przez jednego człowieka – architekta. Niezależnie

bowiem od jego ogromnej wiedzy i wycucia różnych aspektów projektowania w XXI w. szczególności i rozwiązania technologiczne, a w szczególności inteligentne zarządzanie budynkiem, aspekty elektroniczne i informatyczne oraz nowoczesne rozwiązania energetyczne nabrąły takiego znaczenia, że specjaliści różnych branż muszą aktywnie włączyć się w całościowy proces projektowania i realizacji budynku.

Różne podejścia do projektowania budynków

Na przestrzeni wieków wybitni architekci w inny sposób opisywali cel, jaki powinien przyświecać twórcom budynków mieszkalnych. W I w. p.n.e. słynny rzymski architekt i konstruktor Witruwiusz przedstawił ideę triady, która stanowiła podstawę wszelkich rozważań architektonicznych [1]. Trzy filary: utilitas, firmitas i venustas, czyli użyteczność, trwałość i piękno, do dziś inspirują wielu architektów i nadal mogą stanowić fundament, na którym można opierać współczesne budownictwo [2].

Wśród najnowszych trendów architektonicznych warto wymienić prace francuskiego duetu architektów Anne Lacaton



i Jean-Philippe Vassala, którzy wspólnie tworzą tzw. architekturę humanistyczną [3]. Koncepcja ta na pierwszym miejscu stawia człowieka i jego relacje społeczne. Dodatkowo architekci kładą nacisk na przekształcanie istniejącej przestrzeni miejskiej w bardziej przyjazną. Dzięki temu zaproponowana przez nich architektura humanistyczna może być z powodzeniem implementowana do różnych projektów, zarówno w budownictwie mieszkalnym, jak i użyteczności publicznej.

Warto wspomnieć także o innej parze architektów: Frédéric Chartier i Pascale Dalix, którzy podchodzą do projektowania przestrzeni architektonicznej w sposób całościowy, definiując pewien ekosystem wykraczający poza projektowany budynek [4]. Dostrzegają oni szereg powiązań występujących na różnych płaszczyznach pomiędzy przestrzenią, człowiekiem i naturą. Dzięki temu projektowana przez nich architektura jest nie tylko nowoczesna, ale i przyjazna dla człowieka i środowiska.

Ekosystem, w którym funkcjonuje człowiek, a jego komfort

Pojęcie ekosystemu oznacza w biologii dynamiczny układ wzajemnie powiązanych organizmów połączonych relacjami troficznymi wraz z biotopem, czyli środowiskiem, które zajmują. W obrębie ekosystemu następuje przepływ energii i obiegi materii.

O ekosystemie w budownictwie można mówić, gdy otaczające użytkownika środowisko staje się stabilnym, autonomicznym systemem, w którym poszczególne jego elementy są w stanie równowagi. Zmiana jednego czynnika pod wpływem dowolnego impulsu pociąga za sobą szereg reakcji, które w konsekwencji prowadzą do ponownej stabilizacji parametrów środowiska. Naturalne ekosystemy bywają bardzo skomplikowane, a ich mechanizmy naturalnej i biologicznej autoregulacji są przedmiotem badań naukowych [5]. Sztuczne systemy są co do zasady prostsze, a za wzajemne powiązania poszczególnych ich elementów może odpowiadać sztuczna inteligencja, której imponujący rozwój możemy obserwować w ostatnich latach.

Od budynku oczekuje się jednak czegoś więcej niż tylko bycia zamkniętym ekosystemem. Wymagane jest, aby ekosystem ten zapewniał maksymalny możliwy komfort użytkowników. Problemem jest jednak jednoznaczne zdefiniowanie pojęcia komfortu. Obecne trendy światowe podążają w tym aspekcie w kierunku tzw. budownictwa zrównoważonego (z ang. sustainable building engineering). W Polsce najpopularniejszym systemem oceny i certyfikacji budynków w aspekcie budownictwa zrównoważonego jest Zielony Dom. Dalej omówiono wybrane kryteria, które są w tym systemie analizowane pod kątem ekosystemu wewnętrznego

budynku [6]. W niniejszej pracy ocenie nie została poddana jakość przestrzeni architektonicznej, a jedynie opisane kryteria.

Jednym z najistotniejszych kryteriów jest komfort termiczny użytkownika, czyli stan zrównoważonego bilansu cieplnego. Jednocześnie trzeba zaznaczyć, że jest to pojęcie subiektywne, na które wpływ mają również takie aspekty jak pora roku, rodzaj pomieszczenia, położenie geograficzne, a nawet wiek czy poziom aktywności fizycznej danej osoby.

Drugim istotnym kryterium określającym komfort życia człowieka jest odpowiednia akustyka. Powszechnie wiadomo, że hałas, szczególnie długotrwały, wpływa negatywnie na nasze zdrowie i samopoczucie [7]. Z kolei kluczowe znaczenie dla odczuwania zarówno hałasu, jak i pogłosu w pomieszczeniach mają: izolacyjność akustyczna ścian, rozkład pomieszczeń oraz układ i faktura materiałów wykończeniowych.

Człowiek, jako żywa istota, potrzebuje do życia światła, czystego powietrza i wody. To pozornie oczywiste stwierdzenie odniesione do budownictwa nabiera obecnie nowego znaczenia. Niezależnie od obecnego prawodawstwa, standardów i świadomości społeczeństwa, w którym żyjemy, dostęp do czystego powietrza i wody stanowi jeden z filarów komfortowego życia. Jeżeli środowisko zewnętrzne jest zanieczyszczone, to przyjazny ekosystem musi być wyposażony w system pasywnych lub aktywnych filtrów zapewniających, że w jego wnętrzu zdrowie użytkownika nie będzie narażone na wpływ żadnych szkodliwych substancji.

Nie ulega wątpliwości, że także sposób, w jaki zostanie zaprojektowany budynek, ma ogromny wpływ na użytkowników i może na nich oddziaływać zarówno w pozytywny, jak i negatywny sposób. Komfort estetyczny, mimo iż nie jest najważniejszym kryterium, jest czynnikiem kształtującym w wyjątkowy sposób opinie użytkowników o danej przestrzeni, wpływającym na koncentrację, kreatywność, a nawet poziom odczuwanego stresu. Od pewnego czasu podejmowane są próby naukowego zmierzania szeroko pojętego komfortu, oparte na wieloparametrycznych metrykach [8], na prostych subiektywnych odczuciach użytkowników, a także poprzez próby zastosowania analizy fraktalnej do oceny estetyki danego pomieszczenia [9].

Jak zapewnić komfort termiczny użytkownika?

Podstawowym parametrem, realnie wpływającym na komfort użytkownika w budynku, jest odczuwalna temperatura. Niezależnie od poziomu izolacyjności przegród zewnętrznych oznacza to konieczność dostarczenia energii do ekosystemu. Ważnym aspektem jest możliwość zróżnicowanego dostarczania energii do każdego pomieszczenia tak,

żeby w maksymalnym stopniu środowisko budynku mogło dopasowywać się do potrzeb użytkowników i czynników zewnętrznych. W zależności od typu budynku i preferencji użytkowników ciepło może być dostarczane poprzez system ogrzewania podłogowego, tradycyjny system grzewczy (szczególnie w taziennych i innych pomieszczeniach wymagających wyższej temperatury) lub instalację HVAC (ang. HVAC – Heating, Ventilation, and Air Conditioning). Jednym z bardziej innowacyjnych składowych systemu HVAC jest tzw. klimatyzacja rozproszona. Taki system klimatyzacji ma większą wydajność chłodzenia w porównaniu do systemów konwencjonalnych. Poprzez zapewnienie równomiernego przepływu strumienia powietrza o stosunkowo niskiej prędkości eliminuje występowanie punktowych przeciągów, wpływających negatywnie również na zdrowie użytkownika [10].

Naśladowanie przyrody, czyli bionika w aspekcie komfortu estetycznego i psychicznego

Kojarząca się z pojęciem ekosystemu bionika (z ang. bionics) to interdyscyplinarna dziedzina nauki na pograniczu biologii i nauk technicznych. Zajmuje się badaniem żywych organizmów oraz sposobu, w jaki funkcjonują, w celu wykorzystania zaobserwowanych procesów w różnych dziedzinach nauki, w tym również w budownictwie. W kontekście komfortu estetycznego czy też psychicznego bionikę można wykorzystać, poszukując rozwiązań architektonicznych, które pozytywnie wpłyną na samopoczucie użytkownika oraz sposób, w jaki odbiera dane wnętrze. Ten trend w architekturze, nazywany biophilic design, zapoczątkowano w 1973 [11], jednak dopiero w ostatnich latach zyskał on większą popularność. Wnętra inspirowane i połączone z elementami naturalnymi [12], budynki będące ogrodami [13], przenikanie się elementów naturalnych ze sztucznymi w harmonijny sposób to trend, który może być podstawą architektoniczną projektowania budynku jako ekosystemu. Szeroko stosowane inspiracje bioniką w różnych dziedzinach techniki, w szczególności w inżynierii materiałowej, mogłyby zwiększać komfort użytkowników w szerokim zakresie. Jednakże są to jedynie podstawy ekosystemu, będące odpowiednikiem materii nieożywionej w ekosystemach naturalnych.

Inteligentny budynek

W obliczu dynamicznego rozwoju cywilizacyjnego ważne jest, aby budynek mieszkalny, w którym użytkownicy funkcjonują, dotrzymywał im kroku. Z pomocą przychodzą coraz bardziej zaawansowane technologicznie inteligentne systemy zarządzania budynkiem. Wprowadzanie na rynek takich rozwiązań to krok w kierunku efektywnej i zrównoważonej

energetycznie przyszłości. System BMS (z ang. Building Management System), definiowany jako system zintegrowany, umożliwia monitorowanie i zarządzanie wszystkimi urządzeniami znajdującymi się w budynku i jego otoczeniu. Do jego zadań należy realizowanie trzech podstawowych funkcji – alarmowej, informacyjnej i automatycznej regulacji [14]. Jednym z bardziej popularnych w Europie systemów pełniących funkcję automatycznej regulacji jest system KNX, odpowiadająca za sterowanie różnymi systemami w budynku – oświetleniem, ogrzewaniem, klimatyzacją i wentylacją.

W celu zaklasyfikowania budynku jako stabilnego ekosystemu musi on tworzyć zamkniętą i samowystarczającą całość. Odpowiednikiem zamkniętego ekosystemu jest koncepcja budynku zero-energetycznego. W obiekcie tym ilość energii traconej przez budynek ma być równa ilości energii przez niego wyprodukowanej. Jest to koncepcja będąca przedmiotem szeregu dyskusji publicznych i zmian prawnych [15].

Podsumowanie

W budownictwie na miarę XXI wieku podstawowym celem powinno być projektowanie i wykonywanie budynków mieszkalnych jako ekosystemów zwróconych na człowieka. Budynków, który współodczuwają potrzeby swoich użytkowników, zapewniają optymalną efektywność energetyczną, są bezpieczne, bezawaryjne oraz żyją w symbiozie z otaczającym je środowiskiem naturalnym. Z uwagi na szereg niejednokrotnie bardzo skomplikowanych rozwiązań technologicznych, które są obecnie integralną częścią budynku mieszkalnego, nie jest możliwe zaprojektowanie i wykonanie budynku tylko przez architekta, a wymaga to świadomego zaangażowania w ten proces szeregu specjalistów z różnych branż. Tylko dzięki temu jest możliwe stworzenie i przekazanie do użytkownika budynku, który spełnia kryteria inteligentnego ekosystemu zwróconego na człowieka.

Projekt finansowany ze środków budżetu państwa, przyznanych przez Ministra Edukacji i Nauki w ramach Programu „Studenckie Koła Naukowe Tworzą Innowacje”

Numer rejestracyjny wniosku: SKN/SP/569317/2023

BIBLIOGRAFIA

- [1] Kumaniecki K., 1999, Witruwiusz. O architekturze ksiąg dziesięć, przełożył Kazimierz Kumaniecki, Prószyński i S-ka, Warszawa.
- [2] Gubański J., 2009, Triada Witruwiusza w historycznych obiektach przemysłowych, „Czasopismo Techniczne, Architektura”, r. 106, z. 1-A, s. 289–293.
- [3] <https://www.lacatonvassal.com/publications.php> [data dostępu: marzec 2024].
- [4] <https://www.chartier-dalix.com/fr/ressources> [data dostępu: marzec 2024].
- [5] Bachelet D. i in., 2003, Simulating past and future dynamics of natural ecosystems in the United States, „Global Biogeochemical Cycles”, 17, 2, doi.org/10.1029/2001GB001508.
- [6] <https://zielonydom.plgbc.org.pl/przewodnik/> [data dostępu: październik 2023].

[7] Basner M. et al., 2014, Auditory and non-auditory effects of noise on health, *Lancet*, 383, 9925, doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61613-X.

[8] Atzeri A.M., Cappelletti F., Tzempelikos A., Gasparella A., 2016, Comfort metrics for an integrated evaluation of buildings performance, *Energy and Buildings*, 127, doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.007.

[9] Abboushia B., Elzeyadib I., Taylor R., Sereno M., 2019, Fractals in architecture: The visual interest, preference, and mood response to projected light patterns in interior spaces, *Journal of Environmental Psychology*, 61, s. 57–70.

[10] Rahnama S. i in., 2020, Cooling capacity of diffuse ceiling ventilation system and the impact of heat load and diffuse panel distribution, *Building and Environment*, 185, doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107290.

[11] Fromm E., 1992, *The Anatomy of Human Destructiveness*, Fawcett: Fawcett Crest, Nowy Jork.

[12] <https://www.dezeen.com/2023/01/08/ten-modern-homes-interiors-biophilic-design-lookbooks/> [data dostępu: październik 2023].

[13] <https://www.archdaily.com/930807/the-garden-house-christos-pavlou-architecture> [data dostępu: październik 2023].

[14] Duszczyk K., Dubrawski A., Dubrawski A., Pawlik M., Szafranski M., 2019, *Inteligentny budynek*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

[15] <https://www.fedcenter.gov/programs/eo13514/> [data dostępu: październik 2023].

DOI: 10.5604/01.3001.0054.6635

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA

Wirowski Artur, Kubacka Ewelina, Frąckowicz Zuzanna, Kaszubska Paulina, 2024, *Budynek mieszkalny jako ekosystem zwrócony na człowieka*, „Builder” 08 (325). DOI: 10.5604/01.3001.0054.6635

STRESZCZENIE:

W pracy przedstawiono ideę, zgodnie z którą powstanie nowoczesnego budynku mieszkalnego zapewniającego komfort użytkownikom jest efektem świadomego współdziałania całego zespołu specjalistów, począwszy od fazy projektowej, aż do oddania budynku do użytkowania. Każdy z uczestników tego procesu powinien mieć świadomość, że nadrzędnym celem nie jest wyłączenie spełnienia norm i warunków technicznych, a stworzenie pewnego sztucznego ekosystemu zwróconego na potrzeby konkretnego człowieka – użytkownika danego budynku mieszkalnego. W pracy skupiono się na wybranych aspektach komfortu użytkownika i opisano systemy, które zyskują popularność na całym świecie i są w stanie go zapewnić, nie analizowano natomiast jakości przestrzeni i ergonomii w sensie architektonicznym. Zaproponowano rozwiązania, które mogą przekształcić budynek mieszkalny w ekosystem zwrócony na człowieka. Opisano koncepcję budownictwa zrównoważonego, zyskującego na popularności nurt zwany bioniką, systemy inteligentnego zarządzania obiektem, nowoczesny system klimatyzacyjny i wprowadzane na rynek nowe materiały. Przytoczone rozwiązania dają możliwość zaprojektowania ekosystemu, który współgra z użytkownikiem i korzystnie wpływa na to, jak człowiek czuje się w danym obiekcie.

SŁOWA KLUCZOWE:

budownictwo, rozwój, ekosystem, komfort

ABSTRACT:

RESIDENTIAL BUILDING AS A HUMAN-ORIENTED ECOSYSTEM.

The work presents the idea that in order to build a modern residential building that will ensure the broadly understood comfort of users, a fully conscious cooperation of the entire team of specialists is needed, from the design phase until the building is put into use. Each participant in this process should be aware that the primary goal is not only to meet standards and technical conditions, but to create an artificial ecosystem oriented to the needs of a specific person - the user of a given residential building. The paper focuses on selected aspects of user comfort and describes systems that are gaining popularity around the world and are able to provide it, but does not analyze the quality of space and ergonomics in an architectural sense. Solutions were proposed that could transform a residential building into a human-centric ecosystem. The concept of sustainable construction, the increasingly popular trend called bionics, intelligent facility management systems, a modern air-conditioning system and new materials introduced to the market are described. The above-mentioned solutions would make it possible to design an ecosystem that would interact with the user and positively influence the way a person feels in a given facility.

KEYWORDS:

civil engineering, development, ecosystem, comfort