

Streszczenie wykładu wygłoszonego podczas posiedzenia  
**Komisji Architektury i Urbanistyki Oddziału Polskiej Akademii Nauk we Wrocławiu**  
w piątek 14 kwietnia 2023 r. o godz. 18.00  
w siedzibie Oddziału Polskiej Akademii Nauk we Wrocławiu.

Prelegentka:

Dr hab. BARBARA WIDERA, prof. PWR,  
Wydział Architektury Politechniki Wrocławskiej

Tytuł wykładu:

**Rozwiązania wzorowane na naturze w kontekście budowania odporności na zmiany klimatu w architekturze i przestrzeni miejskiej**

Sektor budowlany jest odpowiedzialny za 40% globalnej emisji gazów cieplarnianych i podobny poziom konsumpcji energii. W obliczu rosnącego zapotrzebowania na energię i problemów wynikających ze zmiany klimatu ludzkość powinna:

- Przyspieszyć przechodzenie na odnawialne źródła energii (OZE);
- Zwiększyć efektywność OZE w połączeniu ze skutecznymi metodami magazynowania energii;
- Zwiększyć wykorzystanie strategii bioklimatycznych do ogrzewania i chłodzenia, ograniczając zależność od energii elektrycznej i paliw kopalnych;
- Przekształcać powłoki budynków z emitujących dwutlenek węgla w biopowłoki lub żywe ekosystemy absorbujące dwutlenek węgla (**Fot. 1**);
- Zmaksymalizować efektywność energetyczną miast poprzez ich ponowne zazielenienie i zwiększenie różnorodności biologicznej dzięki sieciom zielonych korytarzy wentylacyjnych połączonych ze zbiornikami wodnymi;
- Wyeliminować stosowanie klimatyzacji zasilanej energią elektryczną do chłodzenia publicznych przestrzeni rekreacyjnych na rzecz rozwiązań opartych na naturze (naturalna wentylacja, chłodzenie przez parowanie, zacienienie, zazielenienie).

Podstawową zasadą relacji między ludźmi a innymi gatunkami zamieszkującymi ten sam ekosystem powinno być minimalizowanie negatywnego wpływu naszej działalności na środowisko, z uwzględnieniem jej skutków długofalowych, a w szczególności zmiany klimatu.

Optymalnym scenariuszem po 2050 roku jest osiągnięcie homeostazy na zasadzie symbiozy przy minimalnym wymogu wypracowania poziomu zbilansowanej konkurencji, który można określić również jako zrównoważony rozwój.



**Fot. 1** Zielone fasady w Bosco Verticale, Stefano Boeri, Mediolan 2014.

Autor zdjęcia: Barbara Widera

Rozwiązania oparte na naturze w środowisku zabudowanym umożliwiają:

- zwiększenie odporności systemu,
- magazynowanie dwutlenku węgla,
- poprawę komfortu i bezpieczeństwa użytkownika,
- wzmocnienie zdrowia ekosystemów i różnorodności biologicznej.

Niedrogie i efektywne magazynowanie ciepła jest możliwe dzięki technikom budowania z ziemi, takim jak stabilizowane bloczki ziemne, beton konopny lub superadobe.

#### **Termoregulacja:**

Zaawansowane koncepcje elewacji umożliwiają aktywną adaptację do warunków zewnętrznych poprzez monitorowaną wymianę gazów i cieczy porównywalną z ewapotranspiracją.

Magazynowanie ciepła i pasywne nocne chłodzenie przez wypromieniowywanie ciepła osiągają dużą skuteczność w połączeniu z materiałami zmiennofazowymi (PCM).

#### **Wymiana gazów i płynów:**

Rozwiązania wzorowane na naturze zapewniają komfort we wnętrzach: symbioza z roślinami (fotosynteza = absorpcja CO<sub>2</sub> i produkcja O<sub>2</sub>).

Zielone strefy na dziedzińcach poprawiają dystrybucję światła dziennego i naturalną wentylację.

Testowanie wydajności procesów naturalnych i technologicznych.

Wentylatory, zraszacze i dyfuzory pary zasilane energią z fotowoltaiki wspomagają naturalne procesy w celu obniżenia temperatury, zwiększenia wilgotności i maksymalnej sekwestracji CO<sub>2</sub>.

Biofiltracyjne systemy elewacyjne z odpowiednio dobraną roślinnością poprawiają jakość powietrza pochłaniając zanieczyszczenia.

Fasady hybrydowe z modułami PV zintegrowanymi z budynkiem (organiczne ogniwa fotowoltaiczne lub biofasady z mikroalg) łączą zrównoważoną produkcję energii z termoregulacją, odzyskując część energii słonecznej nieprzetworzonej na energię elektryczną.

### **Przepływy i mobilność:**

Obserwowane w przyrodzie wzorce organizacji opierają się na mobilności i przepływach powietrza, wody, energii i materii. Wyciągając wnioski z reakcji organizmów na zjawisko ruchu, możemy projektować budynki oszczędzające energię poprzez zmniejszony opór i zoptymalizowaną wydajność. Odpowiednio zaprojektowany kształt i wentylacja pozwalają zaoszczędzić do 30% energii. Wykorzystanie wiedzy o przepływach i wentylacji w projektowaniu urbanistycznym skutkuje efektem chłodzenia i poprawą jakości powietrza.

Korytarze wentylacyjne w połączeniu z zbiornikami wodnymi poprawiają chłodzenie przez parowanie, ponieważ zawieszony w powietrzu cząsteczki wody są wprowadzane do tkanki miejskiej.

Rozwiązania wzorowane na naturze stworzyły podstawy dla pasywnego chłodzenia przez parowanie i wymuszony ruch powietrza w dół (passive downdraught evaporative cooling). W gorącym i suchym klimacie w budynkach i dzielnicach sprawdzają się konstrukcje inspirowane kopcami termitów z pionowymi kanałami wentylacyjnymi. Dwuwarstwowe dachy wentylowane z wysuniętymi sekcjami do zacieniania przyczyniają się do obniżenia temperatury elewacji i znacznych oszczędności energii (**Fot. 2**).



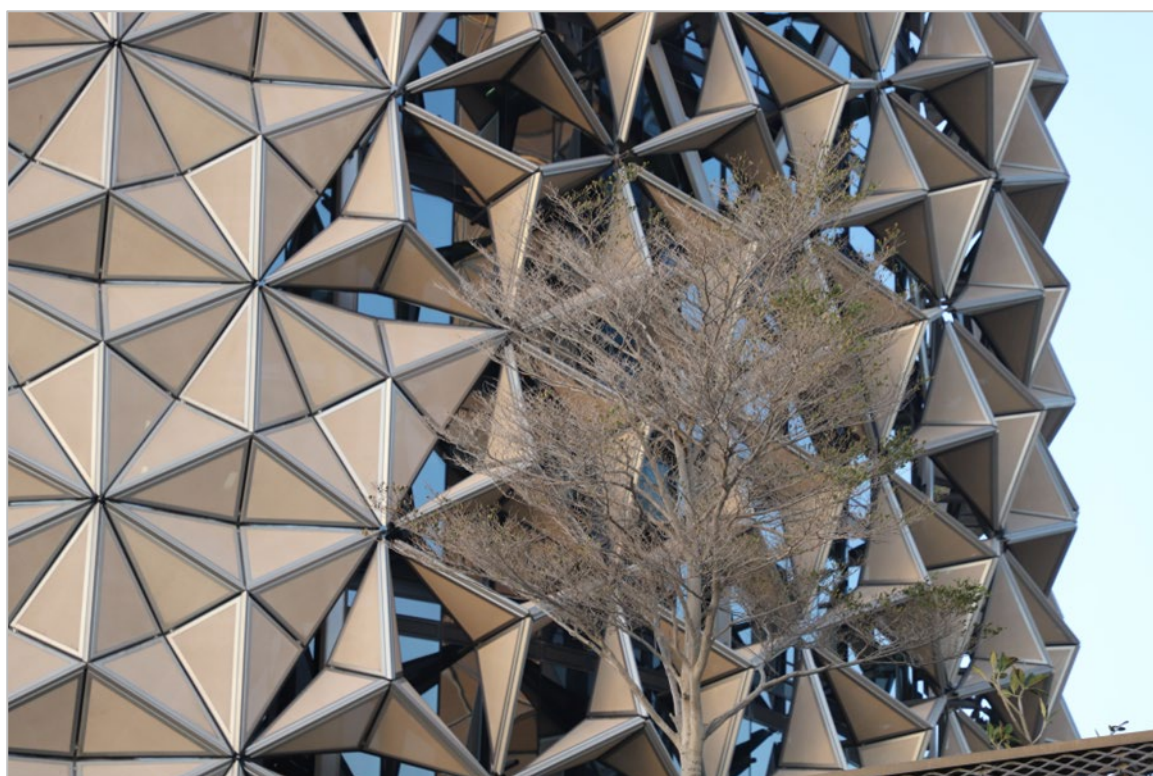
**Fot. 2** Wieża chłodząca w Masdar City, Foster and Partners, 2016.

Autor zdjęcia: Barbara Widera

Rozwiązania wzorowane na naturze w odniesieniu do przepływu energii obejmują oświetlenie światłem dziennym, produkcję energii elektrycznej, pozyskiwanie i magazynowanie ciepła.

Charakterystyczną cechą roślin jest ich fototropizm i optymalizacja ilości pobieranej energii poprzez otwieranie w celu pozyskiwania światła i ciepła, oraz zamykanie dla uniknięcia nadmiernego przegrzania lub wychłodzenia.

Koncepcja inspirowanych naturą osłon reagujących na warunki pogodowe w kinetycznych systemach elewacyjnych skutkuje 50% redukcją nasłonecznienia i znacznie zmniejszonym zapotrzebowaniem na klimatyzację (**Fot. 3**).



*Fot. 3 Wieża chłodząca w Masdar City, Foster and Partners, 2016. Autor zdjęcia: Barbara Widera*

### **Cyrkularność:**

Rozwiązania spotykane w środowisku naturalnym opierają się na zasadach gospodarki o obiegu zamkniętym (brak odpadów).

W sektorze budowlanym podejście zero-waste jest niezbędne do zmniejszenia negatywnego śladu środowiskowego.

Najbardziej wydajne koncepcje wzorowane na naturze obejmują zastosowanie fitoczyszczania i napowietrzania w celu ochrony gleby i wody.

Aby oszczędzać zasoby wody pitnej, należy w pełni wykorzystywać wodę deszczową i maksymalizować wykorzystanie wody słonej.

## **Wydajność i równowaga:**

Naturalne systemy konstrukcyjne charakteryzują się wysoką wydajnością i skutecznością, ze względu na niewielką wagę i pełne dostosowanie do funkcji

Optymalizacja wydajności systemów strukturalnych wzorowana na procesach naturalnych (algorytmy genetyczne) zmniejsza zużycie surowców i zasobów, przyczyniając się do znaczącego ograniczenia emisji CO<sub>2</sub>.

Zwierzęta budują swoje domy z materiałów organicznych dostępnych w bezpośrednim sąsiedztwie i dostosowują ich funkcjonowanie do zmieniających się warunków zewnętrznych.

Konstrukcje takie jak ule czy mrowiska inspirują do optymalnego wykorzystania materiałów, organizacji przestrzeni i eksploatacji budynku.

Drzewa i inne rośliny w tkance miejskiej zapewniają chłód, cień, sekwestrację CO<sub>2</sub> i zwiększoną wilgotność. Ze względu na brak miejsca w centrach miast zalecane są parki kieszonkowe, zielone elewacje, dachy i tarasy z roślinami.

## **WNIOSKI:**

Adaptacja budynków do warunków klimatu i otoczenia przypomina modele biologiczne, w których temperatura, wilgotność, wymiana gazów i płynów, modyfikacje kształtu i koloru pozwalają organizmowi na naturalne przystosowanie się do środowiska. Umożliwia to aktywny metabolizm, w tym poprawę jakości powietrza i wody, naturalne chłodzenie, gospodarkę energią i odpadami, sekwestrację CO<sub>2</sub>.

Hybrydyzacja procesów biologicznych i technologii powinna stać się prototypem innowacyjnych modeli odpornych na zmianę klimatu.

Model adaptacyjnego ekosystemu oceanicznego, oparty na symbiozie i zrównoważonej konkurencji, może być wykorzystany do stworzenia wzorowanego na naturze modelu odporności klimatycznej dla środowiska zbudowanego. W tym modelu powierzchnie mieszkalne zapewniają symbiotyczne schronienie innym gatunkom w biotopie miejskim.

## **Bibliografia:**

Buerger, P., Alvarez-Roa, C., Coppin, C.W., Pearce, S.L., Chakravarti, L.J., Oakeshott, J.G., Edwards, O.R., van Oppen, M.J.H. (2020). Heat-evolved microalgal symbionts increase coral bleaching tolerance. *Sci. Adv.* 6, eaba2498 (2020) DOI: 10.1126/sciadv.aba24

Hughes, T.P., Anderson, K.D., Connolly, S.R., Heron, S.F., Kerry, J.T., Lough, J.M., Baird, A.H., Baum, J.K., Berumen, M.L., Bridge, T.C., Claar, D.C., Eakin, C.M., Gilmour, J.P., Graham, N.A.J., Harrison, H., Hobbs, J.-P.A., Hoey, A.S., Hoogenboom, M., Lowe, R.J., McCulloch, M.T., Pandolfi, J.M., Pratchett, M., Schoepf, V., Torda, G., Wilson, S.K. (2018). Spatial and temporal patterns of mass bleaching of corals in the Anthropocene. *Science* 359, 80–83 (2018), DOI: 10.1126/science.aan8048

IPCC (2022), Sixth Assessment Report, Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability, the Working Group II contribution, <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/> [10.06.2022]

Team.breathe.austria (2015) Austria Pavilion – Milan Expo 2015 / team.breathe.austria | ArchDaily [18.06.2022]

Widera, B. (2016). Biomimetic and Bioclimatic Approach to Contemporary Architectural design on the Example of CSET Building. Nano, Bio and Green – Technologies for Sustainable Future, SGEM2016 Albena (II) 485-492.

Widera, B. (2018). Proces kształtowania relacji z naturą w architekturze współczesnej. Wrocław University of Science and Technology.