

Proekologiczne projektowanie inspirowane rozwiązaniami ze świata natury



mgr inż. arch.

PIOTR GASTMAN

Wyższa Szkoła Ekologii i Zarządzania w Warszawie

Wydział Architektury

ORCID: 0000-0003-3819-9556

Przedmiotem artykułu są dwa koncepty projektowe mające na uwadze kwestie klimatyczne i ekologiczne. Pierwszy z nich to idea „projektowania regeneracyjnego”, która jest rozszerzeniem projektowania zgodnego z zasadami zrównoważonego rozwoju. Drugi to koncept „ekologii materiałowej”, który za cel stawia przekierowanie projektowania na drogę walki z kryzysem ekologicznym tak, by połączyć w jeden organizm to, co naturalne, stworzone przez naturę, z tym, co sztuczne, wytworzone przez człowieka. Obie koncepcje wywodzą się z biomimetyki.

Unia Europejska odgrywa wiodącą rolę w kwestii zmian klimatycznych i promocji gospodarki niskoemisyjnej. Pojęcie „zrównoważonego rozwoju” zostało zdefiniowane w Raportcie Brundtland z 1987 roku Światowej Komisji do spraw Środowiska i Rozwoju pod tytułem Nasza wspólna przyszłość jako „rozwój odpowiadający obecnym potrzebom bez uszczerbku dla możliwości spełnienia swoich potrzeb przez przyszłe pokolenia”. Ma on na celu zapewnienie rozwoju gospodarczego przy jednoczesnej ochronie równowagi społecznej i środowiskowej [1]. Unia Europejska przyjęła strategię na rzecz zrównoważonego rozwoju w 2001 roku. Została ona zweryfikowana w roku 2006.

Kolejnym krokiem było przyjęcie Komunikatu Komisji do Parlamentu Europejskiego z 2014 roku Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: program „zero odpadów” dla Europy. Przyjęcie jego założeń oznacza eliminację pojęcia odpadów. Zakłada się, że wszystko ma swoją wartość. Jest to zmiana sposobu myślenia w kierunku całego cyklu życia produktów i wyrobów [2].

Koncepcja gospodarki obiegu zamkniętego zrodziła się w celu powstrzymania szkodliwego wpływu działalności człowieka,

która w dużej mierze prowadzi do wyczerpywania zasobów naszej planety. Gospodarka liniowa (tradycyjna) zakłada, że wykorzystywane surowce nigdy się nie skończą. Drugą kluczową kwestią jest wzrost ilości wytwarzanych odpadów. Jak pisze J. Zarębska [3], analizując przywołany dokument UE: „Gospodarka odpadami o obiegu zamkniętym (zwana również gospodarką cyrkulacyjną, okrężną) ma stanowić rozwiązanie problemów z odpadami i drogę do osiągnięcia zrównoważonego rozwoju”.

Biomimetyka

Termin biomimetyka (od gr. bios – życie, mimesis – naśladowanie; inna nazwa bionika) został wprowadzony już około 1950 roku. Jest to interdyscyplinarna nauka badająca budowę i zasady działania organizmów oraz ich adaptowanie w technice i budowie urządzeń technicznych na wzór organizmu [4]. Stara się poznawać i wykorzystywać procesy sterujące działaniem organizmów w różnych działach techniki, głównie w automatyce, elektronice i mechanice. Lebediew w swojej książce traktującej o bionice i architekturze [5] zauważa, że rozwiązania obserwowane w środowisku naturalnym udoskonalane są przez miliony lat, co powoduje, że niejednokrotnie

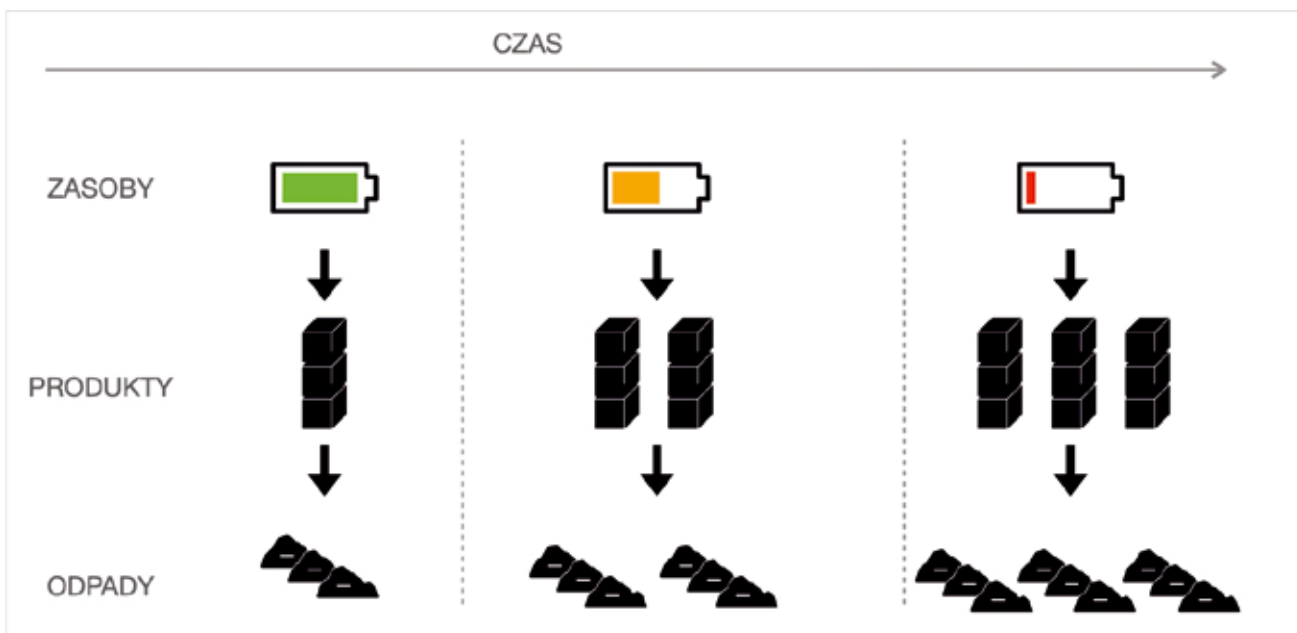
są niezwykle skuteczne w określonych obszarach. Forma, funkcja i konstrukcja obiektów w świecie przyrody są nierozdzielne i ich zdolności adaptacyjne oraz możliwości przenoszenia różnorodnych obciążeń zostały potwierdzone ewolucyjnie. Przełożenie wyników badań biomimetycznych na praktyczne aplikacje zaczyna być coraz powszechniej widoczną praktyką w architekturze i budownictwie.

Brytyjski architekt Michael Pawlyn specjalizujący się w zagadnieniach dotyczących biomimetyki twierdzi, że naśladowanie procesów zachodzących naturalnie pozwala na ograniczenia tak znaczącego dziś zużycia surowców i energii [6]. Naczelną zasadą projektowania zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju są wg Pawlyna: zwiększenie wydajności dostępnych źródeł energii, przejście z liniowego na zamknięty obieg zużywania surowców oraz przejście z gospodarki opartej na paliwach nieodnawialnych do gospodarki opartej na energii słonecznej.

Janine Benyus uważa, że rozwój, polegający jedynie na łagodzeniu negatywnych skutków przemysłowej działalności człowieka na Ziemi, jest niewystarczający w obecnej sytuacji. Dotarliśmy do momentu, w którym należy poszukiwać rozwiązań działających regeneracyjnie, sprzyjających koegzystencji człowieka z fauną i florą [7].

Koncept „projektowania regeneracyjnego”. Idea „cradle to cradle” jako przykład gospodarki obiegu zamkniętego

Patrząc przez pryzmat budownictwa, to „zmiana paradygmatu projektowania na model regeneracyjny minimalizuje wpływ gospodarki na środowisko naturalne i pokazuje możliwości do poprawy jakości architektury i jej potencjalną innowacyjność” [8]. Ideę „cradle to cradle” (znaną również jako „C2C”, „cradle 2 cradle”) można zakwalifikować do działań opartych o założenia biomimetyczne. Została ona po raz pierwszy



Rys. 1. Bieżąca sytuacja; źródło: opracowanie własne na podstawie https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sustainability_methods_featuring_C2C.png

użyta i zdefiniowana przez Waltera R. Stahela w latach 70. [9, 10]. Rozpropagowali ją jednak w swojej książce [11] architekt William McDonough oraz chemik Michael Braungart. Bazuje ona na procesach zachodzących w przyrodzie, badając materiały jako substancje odżywcze krążące w zdrowych organizmach – tak zwany zdrowy metabolizm [12]. Może być stosowana w wielu aspektach ludzkiej cywilizacji, takich jak: architektura, ekonomia i systemy społeczne oraz środowiska miejskie i urbanistyka.

Idea ta wznosi ekologiczne podejście do egzystencji i działalności człowieka na kolejny poziom. Termin „cradle to cradle” można przetłumaczyć: „od kotłyski po kotłyskę”. Jest on parafrazą stwierdzenia „from cradle to

grave”, czyli „od kotłyski po grób”. Zrównoważone podejście do gospodarki materiałowej sugeruje zamianę tej formy na C2C, aby przywrócić same materiały (produkty) do ponownego użytkowania, a co za tym idzie, od nowa rozpocząć ich kolejny cykl użytkowy.

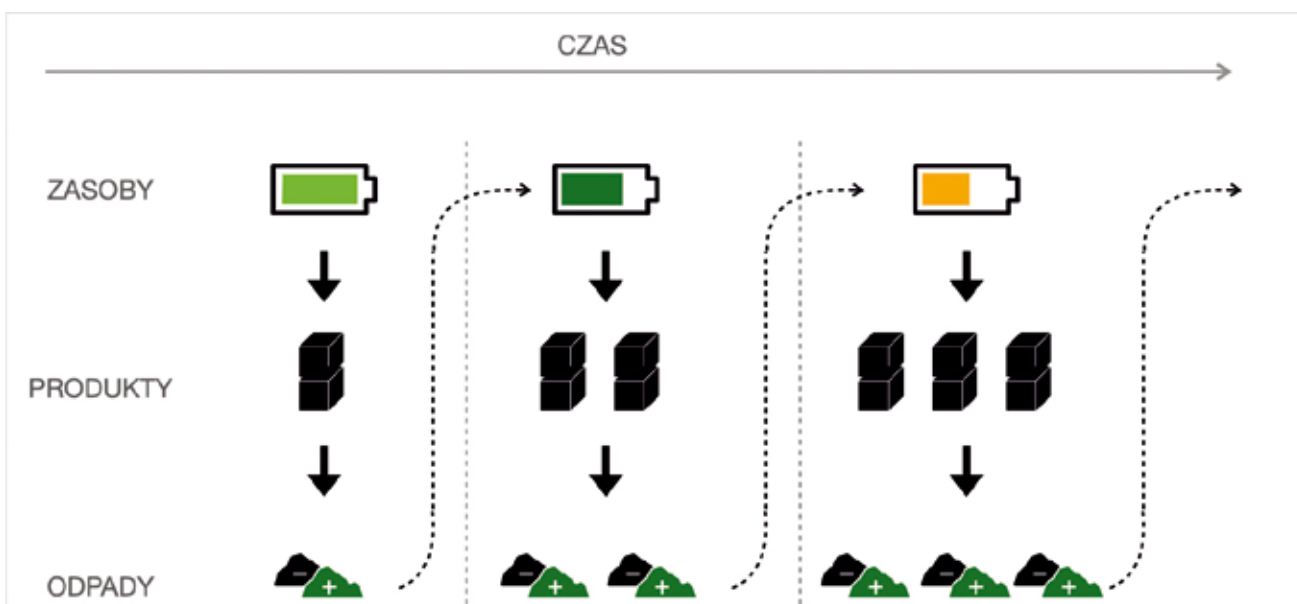
Idea C2C sugeruje, że przemysł oraz budownictwo muszą chronić i wzbogacać ekosystemy oraz naturalny „biologiczny metabolizm” przyrody, utrzymując jednocześnie bezpieczny i wydajny „metabolizm techniczny”. Ma to na celu maksymalne wykorzystanie i obrót organicznymi oraz technicznymi „składnikami odżywczymi”. Jest to holistyczne podejście zarówno w sferze gospodarczej, jak i przemysłowej oraz społecznej. Celem jest stworzenie systemów,

które będą nie tylko wydajne, ale także zasadniczo pozbawione odpadów.

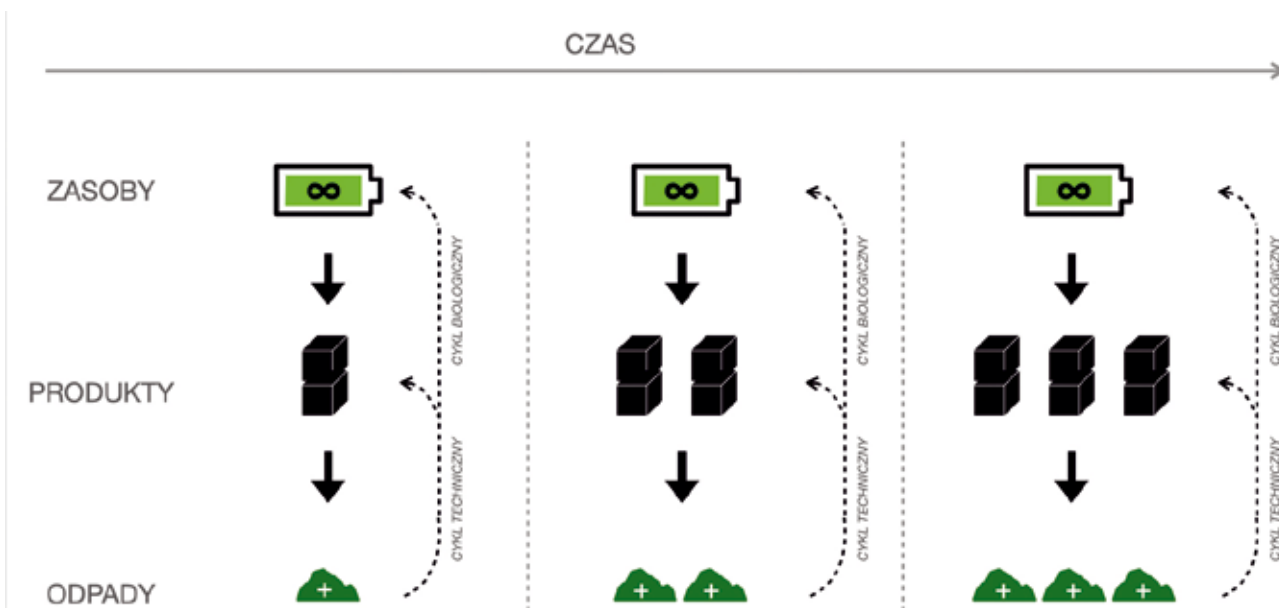
Trzy główne dogmaty tej koncepcji opisali W. McDonough, M. Braungart, P.T. Anastas i J.B. Zimmerman w 2003 roku [13]. Wywodzą się one z analizy zjawisk zaobserwowanych w naturze. Można je opisać następująco:

1. W naturze nie istnieją odpady – substancje wytworzone przez jedne organizmy ostatecznie stają się „pokarmem” dla innych organizmów.
2. Natura bazuje na energii solarnej.
3. Ekosystemy prosperują dzięki różnorodności.

Rysunek 1. przedstawia bieżącą sytuację „cyklu życia” produktów. Przez produkty należy rozumieć wszelkie wytwory



Rys. 2. Rozwiązanie 1. (3R – reduce, reuse, recycle); źródło: opracowanie własne na podstawie https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sustainability_methods_featuring_C2C.png



Rys. 3. Rozwiązanie 2. (C2C – „cradle to cradle”); źródło: opracowanie własne na podstawie https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sustainability_methods_featuring_C2C.png

działalności człowieka, także architektury. Na osi czasu widoczne są kolejne stopnie wyczerpywania się zasobów. Dzieje się to na skutek przyrostu ilości produktów. Kolejnym skutkiem jest przyrost ilości odpadów. Jest to obraz liniowego, nie biomimetycznego podejścia do wytwarzania dóbr. W związku ze wzrostem populacji proporcjonalnie zwiększa się wzrost zapotrzebowania na dobra. Konsekwencją jest zubażanie zasobów naszej planety oraz zwiększenie ilości odpadów i zanieczyszczeń.

Rysunek 2. przedstawia rozwiązanie pierwsze, które obecnie jest wdrażane jako doraźna odpowiedź. Bazuje ono na zasadzie określonej w skrócie jako 3R od angielskiego: reduce, reuse, recycle. Można to przetłumaczyć jako: „ograniczaj zapotrzebowanie, używaj ponownie oraz przetwarzaj”. Jak łatwo zauważyć, część zanieczyszczeń poprzez proces przetworzenia wraca do poziomu zasobów. Nie rozwiązuje to jednak problemu całkowicie, gdyż zubażanie zasobów dalej postępuje. Odbyna się to wolniej, gdyż część odpadów jest przetwarzana na nowe produkty. Ilość odpadów jest mniejsza, lecz także dalej rośnie.

Rysunek 3. obrazuje rozwiązanie drugie – zasadę „cradle to cradle”. Odpady wprowadzane są w dwa cykle: „techniczny” i „biologiczny”. Krążąc w tych obiegach, zostają unieszkodliwione. W rozwiązaniu tym odpady ponownie uczestniczą w systemie jako techniczne lub biologiczne zasoby. W produkcji używane są składniki „techniczne”, które mogą zostać w pełni odzyskane. Materia organiczna pozostaje bez wpływu na zanieczyszczenie środowiska. Nie bez znaczenia pozostaje także postulat „ograniczaj zapotrzebowanie”. Dlatego też zarówno w modelu

3R, jak i C2C na poziomie produktów obserwowane jest zmniejszenie jednostek (zapotrzebowania) w stosunku do liczby oznaczonej na pierwszym rysunku.

Onyszkiewicz opisuje także ten model w swojej przekrojowej pracy: „W modelu cradle to cradle wszystkie materiały stosowane w procesach przemysłowych lub komercyjnych – takie jak metale, włókna, barwniki – należą do jednej z dwóch kategorii: »technicznych« lub »biologicznych« składników odżywczych. Techniczne składniki odżywcze są ściśle ograniczone do nietoksycznych, nieszkodliwych materiałów syntetycznych, które nie mają negatywnego wpływu na środowisko naturalne i mogą być używane w cyklach ciągłych jako ten sam produkt bez utraty integralności lub jakości. W ten sposób materiały te mogą być używane wielokrotnie, zamiast być przywracane (ang. downcycled) do mniejszych produktów, ostatecznie stając się odpadami. Biologiczne składniki odżywcze są materiałami organicznymi, które po użyciu można usuwać w dowolnym środowisku naturalnym i rozkładać w glebie, dostarczając żywność dla małych form życia bez wpływu na środowisko naturalne”.

Najszybciej idea ta przyjęta się w produkcji oraz dziedzinie materiałów i produktów budowlanych. Zasady gospodarki obiegu zamkniętego zostały wdrożone w postaci certyfikacji Cradle to Cradle®. Wyrażenie to jest zarejestrowanym znakiem firmowym McDonough Braungart Design Chemistry (MBDC) [14].

Zgodnie z jej zasadami produkty powinny nadawać się do recyklingu i ponownego użycia w nowych procesach produkcyjnych lub powinny służyć jako składniki odżywcze w cyklu biologicznym pod koniec ich użytkowania. Certyfikacja opiera się na 5 kryteriach:

- materiały bezpieczne dla zdrowia,
- materiały podlegające utylizacji,
- wykorzystywanie w procesie produkcji energii odnawialnej i odpowiedzialne zarządzanie energią pochodzącą z węgla,
- zarządzanie zasobami wodnymi,
- uczciwość społeczna.

Budynkiem zainspirowanym ideologią „cradle to cradle” jest centrala RAG w Zeche Zollverein w Essen autorstwa Kada Wittfeld Architektur. Obiekt wzniesiono w latach 2016–2017. Powierzchnia kondygnacji brutto wynosi 9600 m².

W przypadku tego obiektu do wykonania elewacji wykorzystano kompletny system fasadowy ze srebrnym certyfikatem C2C. Dotyczy to także wybranych elementów wykończeniowych, takich jak wykładziny, parkiety lub szklane ściany działowe. Poszczególne elementy można w pełni poddać recyklingowi, jeśli budynek zostanie wyburzony lub przebudowany.

Projektowanie w duchu C2C jest zbliżone z działaniami określanymi jako DFD (ang. design for deconstruction lub design for disassembly). Jest to podejście uwzględniające w sposób systemowy kompletny cykl życia budynku, konstrukcji lub struktury. Zakłada działania zmierzające do maksymalnego odzyskania komponentów budowlanych i materiałów podczas rozbiórki lub wyburzenia. Wykorzystywanie elementów prefabrykowanych i konstrukcji modułowych ułatwia dla przykładu ich demontaż oraz transport do innej destynacji. Ustandaryzowanie połączeń pomiędzy elementami zaprojektowane z myślą o rozmontowaniu przy wykorzystaniu prostych narzędzi. Działania te mają także na celu poprawę bezpieczeństwa ekip pracujących przy rozbiórkach.

Ekologia materiałowa

Ideę biomimetycznego projektowania rozwija w swoich badaniach i projektach Neri Oxman – izraelska architektka, projektantka i wynalazczyni. Jest profesorem sztuki i nauk o mediach w Media Lab w Massachusetts Institute of Technology [15]. Jej prace znajdują się między innymi w stałych kolekcjach Museum of Modern Art w Nowym Jorku, Cooper Hewitt Design Museum, San Francisco Museum of Modern Art i Boston's Museum of Fine Arts. Eksperymentuje ona z różnymi materiałami oraz metodami projektowymi inspirowanymi światem biologii i systemami występującymi w przyrodzie, np. morfogenezą cyfrową (proces rozwoju kształtu metodami cyfrowymi). Jej celem jest wzmocnienie relacji między środowiskiem sztucznym (zbudowanym) i naturalnym (biologicznym). Bada ona, w jaki sposób cyfrowe technologie mogą pośredniczyć pomiędzy materią i środowiskiem, aby na dobre zmienić sposób projektowania oraz budowania.

Neri Oxman stworzyła pojęcie ekologii materiałowej (ang. material ecology) – projektowania przyjaznego dla środowiska, na styku biologii, architektury i kultury, inżynierii materiałowej i informatyki. Ekologia materiałowa postuguje się materiałami, które nie tylko imitują naturę, ale bezpośrednio z nią współpracują. Jest to proces wytwarzania przedmiotów opartych na strukturalnym, funkcjonalnym i estetycznym geniuszu natury [16]. Neri Oxman zauważa, że w naturze nie ma podziału na architekta, konstruktora i budowniczego, a wytwory natury są wielofunkcyjne [17]. Przykładem może być liść. Pełni on funkcję budulcową, ale jednocześnie dostarcza roślinie składników odżywczych, zamieniając światło w cukier. Inną wykorzystywaną przez Oxman cechą organizmów żywych jest zdolność środowiskowego dopasowania. Na przykład narażone na większe obciążenia kości automatycznie się wzmacniają, a mięśnie pod wpływem stałego zwiększonego wysiłku się rozbudowują.

Neri Oxman sformułowała swoją wizję architektury w pięciu postulatach [18]:

1. Wzrost zamiast montażu (ang. Growth Over Assembly). Tak jak w naturze, projekty mogą wzrastać i adaptować się z biegiem czasu, aby sprostać zmieniającym się wymaganiom użytkowników oraz środowiska.

2. Integracja zamiast segregacji (ang. Integration Over Segregation). Zamiast tworzyć budynki wymagające systemów ogrzewania i chłodzenia, Oxman sugeruje tworzenie powłok budynków, które kurczą się i rozszerzają, reagując na otaczające je środowisko. Oxman i jej zespół badają sposoby drukowania 3D oddychających skór (powłok), które mogą działać zarówno jako bariera, jak i filtr dla otaczającego świata.

3. Różnorodność zamiast jednorodności (ang. Heterogeneity Over Homogeneity).



Fot. 1. Centrala RAG; źródło: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sltz_der_RAG-Stiftung.png, autor: SoMe-Stiftung2019



Fot. 2. Jedwabny Pawilon. Jedwabniki w czasie pracy; źródło: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Silk_Pavilion_silkworms_at_work.jpg, autor: Mediated Matter Group, Neri Oxman

W świecie przyrody nie ma jednorodności. Masowa produkcja przemysłowa powoduje ujednoczenie materiału, gdyż utrwala to proces technologiczny.

4. Zmienność zamiast powtarzalności (ang. Difference Over Repetition). W naturze każda komórka jest wyjątkowa. Rozumiejąc, w jaki sposób zmienność i różnica powodują powtarzalność w przyrodzie, można dowiedzieć się, które elementy są powtarzalne, a które wyjątkowe. Zrozumienie zmienności umożliwi projektowanie systemów powtarzalnych, które mają zmienne właściwości na przykład w zależności od warunków środowiskowych.

5. Materiał jest nowym oprogramowaniem (ang. Material Is The New Software). Nasza zdolność do projektowania i wytwarzania inteligentnych materiałów i obiektów nie będzie już zależeć od łączenia materiałów z elektroniką, ale raczej od naszej zdolności do przekształcania samego materiału w oprogramowanie. Ma to polegać na zaszczepieniu inteligencji rozproszonej w samym materiale.

Badania w obszarze architektury oraz używane przez nią nowe technologie, jak np. drukowanie 4D, pozwolą tworzyć budowle zupełnie inne niż te, w których mieszkamy. Te budynki będą reagować na nasze potrzeby fizyczne i duchowe. Najbardziej znanym



manifestem w tym obszarze jest instalacja wystawiona po raz pierwszy na MIT w 2013 roku – Pawilon Jedwabny [19]. 6500 jedwabników zostało wypuszczonych do zaprojektowanego przez człowieka nylonowego kokonu. Rama dużej, wielościennej koputy była luźno utkana przez ramię robota z cienkich nylonowych nici i zawieszona w otwartym pomieszczeniu. Jedwabniki stymulowane były światłem oraz temperaturą nici. Ukończyły one budowę koputy poprzez utkanie jedwabnej ostony. Celem eksperymentu było pogłębienie wiedzy o elementach opartych na włóknach oraz tym, jak można optymalizować strukturę poprzez obserwację naturalnych procesów na Ziemi.

Podsumowanie

Budownictwo w ujęciu światowym pochłania ogromne ilości energii i surowców, w związku z czym pozostawia znaczący ślad węglowy. Powstaje także wiele produktów ubocznych oraz odpadów, które nie są systemowo zagospodarowywane ani przetwarzane. Biomimetyka jest nauką, która od przeszło 70 lat podpatruje i bada rozwiązania stosowane przez naturę. Wyniki tych obserwacji pomagają uczynić budownictwo mniej obciążającym dla naszej planety i konsumującym mniej zasobów. Produkcja energii stanowi coraz większe obciążenie dla środowiska. Ponosimy także coraz wyższe koszty jej wytworzenia. Zużywamy zasoby, jakie oferuje nam Ziemia, w zastraszającym tempie. Biomimetyka zajmuje się między innymi obserwacją, w jaki sposób naturalnie występujące organizmy dokonują podziału energii i ewentualnego jej odzysku.

Koncepcja „cradle to cradle” bazuje na rozwiązaniach zaobserwowanych w środowisku naturalnym. Są one bardzo skuteczne w obszarze przetwarzania surowców i gospodarowania energią. Natura zoptymalizowała wiele procesów poprzez ewolucję. Doprowadziła do sytuacji, w której materiały krążą w zamkniętym obiegu bez powstawania odpadów. Produkty końcowe z jednego procesu stanowią surowiec dla innego. Poznając ten mechanizm, potrafimy go wykorzystać także w architekturze.

Użyte materiały powinny być ponownie wprowadzone do naturalnego obiegu biologicznego lub technicznego po zakończeniu okresu użytkowania. Budynek powinniśmy traktować jako magazyn surowców. Znajdujące się w nim zasoby mogą być wykorzystane do produkcji nowych produktów i realizacji kolejnych projektów po zakończeniu okresu użytkowania.

Jak widać na przykładzie obiektu z Essen, jesteśmy jednak na razie dopiero na początku tej drogi. Zastosowane w tym budynku rozwiązania pozwalają wprowadzić do ponownego obiegu jedynie niewielką część wbudowanych w niego komponentów. Nie

dotyczy to najbardziej energochłonnych elementów, jak główna konstrukcja tego budynku. Powszechnie stosowany, tradycyjny sposób budowy przeważającej większości budynków w Polsce opiera się na konstrukcjach murowanych oraz żelbetowych. Produkcja betonu pochłania ogromne zasoby energii i pozostawia znaczący ślad węglowy. Przede wszystkim jednak elementy budynku wykonane z tego materiału są praktycznie niemożliwe do przetworzenia. Po zakończeniu cyklu życia takiego budynku możliwe jest odzyskanie części stali zbrojeniowej. Jest to jednak proces kosztowny i energochłonny. Pozostała substancja stanowi gruz odpadowy.

Budynki, których konstrukcja oparta jest na stali lub drewnie, znacznie lepiej wpisują się w projektowanie w duchu C2C. Odzyskaną stal można przetworzyć i ponownie wykorzystać.

Jest to jednak proces wymagający dużego wkładu energii. Dlatego też najkorzystniej wypadają budynki wykonane w konstrukcji drewnianej. Surowiec ten w całym cyklu życia budynku pozostawia najmniejszy ślad węglowy. Po odzyskaniu jest biodegradowalny, ale także może zostać ponownie wykorzystany. Budownictwo prefabrykowane oparte zarówno o drewniany szkielet, jak i rozwiązania z elementami z drewna litego, jest coraz bardziej powszechnie stosowane w naszym kraju. Głównie jest to segment budownictwa jednorodzinnego.

Inaczej na kwestie ekologiczne i klimatyczne w projektowaniu patrzy Neri Oxman. Postuluje ona, aby proces wytwarzania materiałów opierał się na strukturalnym, funkcjonalnym i estetycznym geniuszu natury. Jej prace stanowią połączenie wielu dziedzin i mają charakter sztuki performatywnej. Są raczej manifestacją pewnego sposobu myślenia o kierunku, w jakim powinno podążać budownictwo, niż propozycją konkretnego rozwiązania.

BIBLIOGRAFIA

- [1] <https://eur-lex.europa.eu/PL/legal-content/glossary/sustainable-development.html> (dostęp: 28.12.2023).
- [2] W kierunku gospodarki obiegu zamkniętego. Wyzwania i szanse. Koalicja na rzecz Gospodarki Obiegu Zamkniętego Reconomy, Warszawa 2016.
- [3] Zarębska J., Gospodarka o obiegu zamkniętym drogą do zrównoważonego rozwoju. „Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji” 2017, 6, 7, s. 286–295.
- [4] <https://pl.wikipedia.org/wiki/Bionika> (dostęp: 28.12.2023).
- [5] Lebediew J.S., Architektura i bionika, Arkady, Warszawa 1983.
- [6] Pawlyn M., Biomimicry in Architecture, RIBA Publishing, London 2016.
- [7] Benyus J., Biomimicry: „Innovation Inspired by Nature”, William Morrow Paperbacks, 2002.
- [8] Onyszkiewicz J., Elementy biomimetyki w projektowaniu architektury w środowisku zrównoważonym. Ewolucja i interpretacja bioniki na przykładzie polskich i zagranicznych konkursów architektonicznych, Politechnika Wroclawska, 2019, s. 13, 14.
- [9] Stahel W., Reday G. Report The Potential for Substituting Manpower for Energy 1976. Vantage Press, New York 1976.
- [10] <http://www.product-life.org/pl/c2c-od-kotylski-do-kotylski>, Product-Life Institute. Od kotylski po kotylskę, czyli „cradle to cradle” (dostęp: 28.12.2023).
- [11] Braungart M., McDonough W., Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things”, Farrar, Straus and Giroux, Nowy Jork 2002.
- [12] https://en.wikipedia.org/wiki/Cradle-to-cradle_design (dostęp: 28.12.2023).

- [13] McDonough W., Braungart M., Anastas P.T., Zimmerman J.B., Peer reviewed: Applying the principles of green engineering to cradle-to-cradle design. „Environmental science & technology” 2003, 37(23), 434A–441A.
- [14] <https://mbdc.com/> (dostęp: 28.12.2023).
- [15] <https://neri.media.mit.edu/neri-oxman.html> (dostęp: 28.12.2023).
- [16] Oxman N., Material ecology, Museum Of Modern Art, 2020.
- [17] Oxman N., What if our buildings were grown, not built?, mat. konferencyjne: World Economic Forum 2016.
- [18] <https://oxman.com/mission> (dostęp: 28.12.2023).
- [19] <https://oxman.com/projects/silk-pavilion-ii> (dostęp: 28.12.2023).

DOI: 10.5604/01.3001.0054.4812

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA
Gastman Piotr, 2024, Proekologiczne projektowanie inspirowane rozwiązaniami ze świata natury, „Builder” 05 (322). DOI: 10.5604/01.3001.0054.4812

STRESZCZENIE:

Przedmiotem artykułu jest przybliżenie idei biomimetyki w kontekście projektowania proekologicznego. Opisane zostały dwie koncepcje projektowe mające na uwadze kwestie klimatyczne i ekologiczne. Pierwsza z nich to idea „projektowania regeneracyjnego”, która jest rozszerzeniem projektowania zgodnego z zasadami zrównoważonego rozwoju. W tym celu opisana została koncepcja gospodarki obiegu zamkniętego na przykładzie idei „cradle to cradle”.

Drugi to koncept „ekologii materiałowej” stworzony przez architektkę Neri Oxman. Stawia on za cel przekierowanie projektowania na drogę walki z kryzysem ekologicznym tak, by połączyć w jeden organizm to, co naturalne, stworzone przez naturę, z tym, co sztuczne, wytworzone przez człowieka.

SŁOWA KLUCZOWE:

biomimetyka, ekologia materiałowa, projektowanie regeneracyjne

ABSTRACT:

NATURE INSPIRED PRO-ECOLOGICAL DESIGN. The topic of the article is an introduction to the idea of biomimetics in the context of pro-ecological design. Two design concepts applicable to ecological issues are described. The first is the idea of “Regenerative Design”, which is an amplification of sustainable design. For this purpose, a closed loop concept was described based on the original idea of “cradle to cradle”.

The second is the concept of “Material Ecology” created by architect Neri Oxman. Its goal is to redirect design to the fight against the ecological crisis, by combining into one organism nature with artificial, man-made products.

KEYWORDS:

biomimetics, material ecology, regenerative design