

Ekoinnowacje w zrównoważonym budownictwie – wprowadzenie do zagadnienia

Aleksandra Lewandowska

zgodność z PP – zob. s. 40

Streszczenie:

Niniejsze opracowanie analizuje ekoinnowacje z punktu widzenia zrównoważonego budownictwa. W tekście zwrócono uwagę na aktualnie dyskutowane zagadnienia w obszarze ekoinnowacji i zrównoważonego budownictwa, jak m.in. czynniki rozwoju ekoinnowacji, typy ekoinnowacji, wytyczne środowiskowe i systemy certyfikacji budynków. Opisano również podejście do ekoinnowacji w krajach Unii Europejskiej, by odpowiedzieć na pytanie, czy Polska w tym zakresie jest krajem wiodącym, czy wręcz przeciwnie. Ponadto omówiono przykłady innowacji ekologicznych w budownictwie, które powinny być wkładem do dalszej analizy tego zagadnienia.

Słowa kluczowe: ekoinnowacje, budownictwa zrównoważone, zielona architektura, zrównoważony rozwój

otrzymano: 14.07.2015; przyjęto: 29.10.2015; opublikowano: 31.12.2015



mgr Aleksandra Lewandowska: Katedra Studiów Miejskich i Rozwoju Regionalnego, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Wprowadzenie

Budownictwo jest jednym z ważniejszych sektorów gospodarki, bowiem generuje 10% PKB w Unii Europejskiej i zatrudnia blisko 20 mln ludzi. Wpływ sektora budowlanego na środowisko przyrodnicze jest ogromny. Budownictwo w sposób bezpośredni przyczynia się do degradacji środowiska naturalnego, a co z tym związane do pogarszania jakości i warunków życia. James Wines (2008) wskazał, iż pochłania ono 1/6 zasobów słodkiej wody, odpowiada za 1/4 powierzchni wyrębów lasów, zużywa 2/5 zasobów paliw płynnych oraz produkowanych materiałów. Jest również odpowiedzialne za zużycie ok. 70% energii elektrycznej. Dodatkowo mieszkańcy terenów zurbanizowanych generują duże ilości zanieczyszczeń powietrza, wody oraz produkują miliony ton odpadów. Z uwagi na to, szczególnie w tym obszarze, konieczna była do przeprowadzenia swoistego rodzaju eko-reforma i zmiana paradygmatu myślenia z bliskiego kapitalizmowi, ryzykownego dla naszego dalszego życia na Ziemi, na bardziej zrównoważony, a co za tym idzie proekologiczny (Leźnicki i Lewandowska, 2014). W efekcie rozwijania świadomości proekologicznej podpartej tworzeniem nowych sposobów zmniejszenia degradacji ekosystemu ukonstytuowała się koncepcja budownictwa zrównoważonego i zielonej architektury, czyli takie konstruowanie budynków i projektowanie przestrzeni im przyległej, które przyjazne jest środowisku naturalnemu. Rozwój tego typu idei możliwy jest dzięki wdrażaniu w tym obszarze odpowiednich ekoinnowacyjnych rozwiązań.

Celem niniejszej pracy jest ocena ekoinnowacji wykorzystywanych w zakresie budownictwa zrównoważonego oraz w zielonej architekturze. Omówiono również podejście do ekoinnowacji w krajach Unii Europejskiej, by odpowiedzieć na pytanie, czy Polska w tej kwestii jest krajem wiodącym, czy wręcz przeciwnie. Ponadto

wskazano wybrane przykłady ekoinnowacji w budownictwie, co ma być przyczynkiem do dalszego rozwoju tego zagadnienia.

Ekoinnowacje jako determinanta zrównoważonego rozwoju

W kontekście globalnych wyzwań, związanych m.in. z eksplozją demograficzną, intensywnym rozwojem przemysłu, rozlewaniem się przestrzeni miejskiej, degradacją środowiska naturalnego oraz kończącymi zasobami naturalnymi, naukowcy oraz światowi przywódcy stanęli przed dużym wyzwaniem, by rozwiązanie tych problemów odbywało się przy jednoczesnym zachowaniu stałego wzrostu gospodarczego. Jak pisał Zabłocki (2002), od lat 60. XX w. wspomniane problemy stały się przedmiotem ożywionej dyskusji, w której ogromną rolę odegrała Organizacja Narodów Zjednoczonych (ONZ) (Brzoska i Lewandowska, 2013). Pierwszy raz pojęcie zrównoważonego rozwoju zostało skonkretyzowane na II Sesji Rady Zarządzającej Programem Ochrony Środowiska ONZ (UNEP) w raporcie przygotowanym pod kierunkiem G. Brundtland zatytułowanym „Nasza wspólna przyszłość”. W raporcie tym czytamy, że zrównoważony rozwój „służy zaspokajaniu potrzeb, aspiracji i harmonijnego rozwoju społeczeństwa, bez ponoszenia ryzyka, że przyszłe pokolenia nie będą mogły zaspokoić swoich potrzeb” (World Commission on Environment and Development, 1991:12).

Zrównoważony rozwój akcentuje potrzebę zwiększenia nakładów inwestycyjnych na poprawę jakości środowiska poprzez powiększanie powierzchni lasów, poprawę czystości wód i powietrza, a także zbieranie, segregację i utylizację odpadów stałych. Przy określaniu zrównoważonego rozwoju zwraca się ponadto uwagę na jego kluczowe cechy, jak choćby: dążenie do ładu (społecznego, gospodarczego, przestrzennego, środowisko-

wego) podczas procesu planowania i realizacji rozwoju; potrzeba trwałości, czyli akcentowanie interesu przyszłych pokoleń; samopodtrzymywanie, czyli bazowanie na zasobach odnawialnych i ich substytutach; tworzenie rezerwy dla przyszłego rozwoju oraz – co niezwykle ważne – myślenie integralne, systemowe oraz holistyczne (Tyburski, 2013).

Ekoinnowacje, czyli innowacje ekologiczne to sposób pogodzenia priorytetów gospodarczych i środowiskowych przy jednoczesnym otwarciu nowych ścieżek dla zrównoważonego przemysłu. Ekoinnowacje, zwane także zrównoważonymi innowacjami (ang. *sustainable innovation*) można zdefiniować jako proces rozwoju nowych idei, produktów, czy też technologii, które przyczyniają się do zmniejszenia presji antropogenicznej na środowisko oraz do realizacji celów zrównoważonego rozwoju (Rennings, 2000). Inna definicja podaje, że „ekoinnowacja to innowacja, która poprawia efektywność wykorzystania zasobów naturalnych w gospodarce, zmniejsza negatywny wpływ działalności człowieka na środowisko lub wzmacnia odporność gospodarki na presje środowiskowe” (Szpot i Śniegocki, 2012:3).

Wiele czynników może wpływać na rozwój ekoinnowacji, a są nimi m.in. przystosowana infrastruktura, nowoczesne technologie, odpowiedni model biznesowy, rozwinięta przedsiębiorczość, przyjazne regulacje prawne, interdyscyplinarna współpraca pomiędzy biznesem a nauką oraz rozpoznanie zachowań konsumentów i dostosowanie produktów do ich oczekiwań (por. ryc. 1).

Matejun (2009) zwraca uwagę na wieloaspektowość i złożoność definicji ekoinnowacji, które są rozumiane przez pryzmat dziedziny, w której mają funkcjonować, oraz celu, jaki pragnie się za ich pomocą osiągnąć. Należy zaznaczyć, że wpisują się one w koncepcje zrównoważonego rozwoju, zarówno na poziomie makro, jak i mikro, bowiem ich efekty mogą oddziaływać na po-

ziomie globalnym, regionalnym czy lokalnym, ale również na poziomie miejsca pracy (np. przedsiębiorstwa) i miejsca zamieszkania.

W literaturze wyróżnia się kilka typów ekoinnowacji, m.in. produktowe, procesowe, organizacyjne i marketingowe (Matejun, 2009). W szczególności te produktowe ekoinnowacje, często funkcjonowały już wcześniej w historii, a dopiero teraz nabierają nowego znaczenia i – co ważne – nowego zastosowania, np. w budownictwie. Należy podkreślić, że implementowanie innowacji ekologicznych powinno odbywać się w sposób planowy, zintegrowany z obowiązującą strategią rozwoju i działaniami operacyjnymi, czy to danego obszaru, czy też konkretnego przedsiębiorstwa.

Można się pokusić o stwierdzenie, że bez ekoinnowacji nie jest możliwy zrównoważony rozwój, ponieważ to one są narzędziami, które pozwalają teoretyczne rozważania na temat poprawy jakości środowiska przyrodniczego wdrażać w życie. Implementacja zrównoważonego rozwoju jest natomiast kluczowym celem strategicznym, zarówno Unii Europejskiej, jak i państw w niej zrzeszonych.

Komisja Europejska prowadzi monitoring działań w zakresie innowacji ekologicznych i oblicza dla nich wskaźnik. Wartość tej zmiennej jest wypadkową wskaźników:

- realizacji działań innowacyjnych w celu zmniejszenia nakładów materiałów na jednostkę produkcji w przedsiębiorstwach,
- wdrażania działań innowacyjnych w celu zmniejszenia nakładów energii na jednostkę produkcji w firmach oraz
- liczby firm posiadającą systemy zarządzania środowiskowego (ISO 14001).

Polska w zakresie działalności innowacji ekologicznych znajduje się prawie na końcu w zestawieniu wszystkich 28 krajów Unii Europejskiej (por. ryc. 2).



Ryc. 1. Czynniki rozwoju ekoinnowacji

Źródło: opracowanie własne na podstawie OECD

Najwyższe wartości wskaźnika działalności ekoinnowacyjnej osiągają takie kraje jak: Hiszpania, Dania, Czechy, Szwecja, Portugalia czy Niemcy.

Wysokie wartości analizowanego wskaźnika w ww. krajach wynikają m.in. z rozwoju sektorów gospodarki ekologicznej, w szczególności w zakresie zrównoważonego budownictwa, odnawialnych źródeł energii (OZE) oraz technologii przetwarzania odpadów. Polska w tej kwestii ma jeszcze wiele do nadrobienia, ponieważ dla przykładu w 2012 roku udział pozyskanej energii z odnawialnych źródeł energii wyniósł 11,7% w ogóle energii pierwotnej, zaś średnia dla Unii Europejskiej wyniosła 22,3%. Z kolei stosunkowo niski udział OZE w Polsce przekłada się również na niewielką liczbę inwestycji z zakresu budownictwa pasywnego, czyli ener-

gooszczędnego, w porównaniu z innymi krajami europejskimi.

Budownictwo zgodne z zasadami zrównoważonego rozwoju

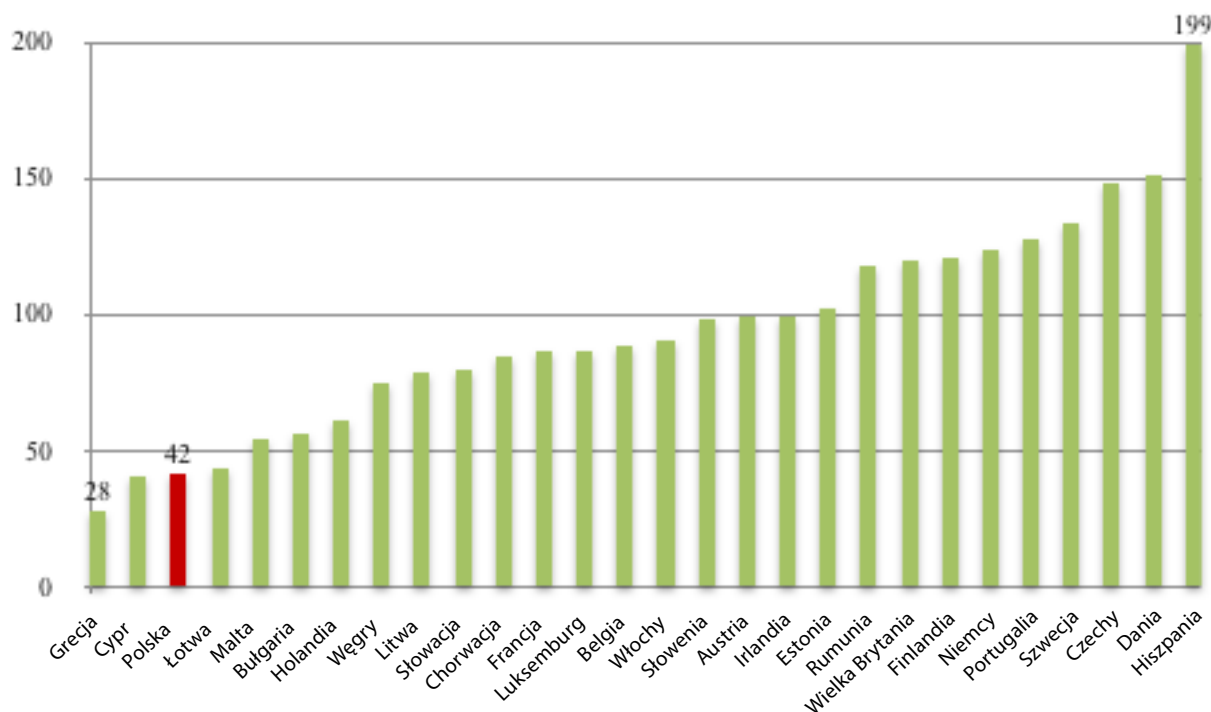
Polskie prawodawstwo, tak samo jak prawne przepisy w Unii Europejskiej, jasno określa wytyczne w zakresie budownictwa. Jednym z podstawowych wymagań co do budowy obiektów, ich remontowania,

modernizacji i rozbiórki jest higiena, zdrowie i środowisko. Wszystkie podejmowane działania powinny być tak przeprowadzone, aby nie stanowiły zagrożenia dla higieny lub zdrowia mieszkańców, a także dla otoczenia, m.in. przez: wydzielanie toksycznych gazów, emisję szkodliwego promieniowania, zanieczyszczenie gleby i wody, obecność wilgoci wewnątrz i zewnątrz budynków (Runkiewicz, 2010). Podkreślenia warta jest teza, że przy projektowaniu i budowaniu obiektów należy uwzględnić:

środowisko cieplne, oświetlenie, jakość powietrza, wilgoci i hałasu zgodnie z wymaganiami podstawowymi. Szczególne znaczenie ma jakość powietrza (temperatura, wilgotność i zapach) oraz akustyka w obiektach budowlanych, które powinny zapewnić mieszkańcom i użytkownikom zdrowe środowisko wewnętrzne, przy uwzględnieniu zanieczyszczeń oraz izolacji akustycznej i termicznej (Runkiewicz, 2010:19).

Ważne jest, by starać się nie projektować tylko pojedynczych budynków, które będą spełniały kryteria zrównoważonego rozwoju, ale kreować całą przestrzeń zurbanizowaną. Zielona architektura, zwana także zrównoważoną, jest właśnie czymś więcej niż tylko konstruowaniem budynków z wykorzystaniem technologii środowiskowych. Tak jak wskazano już we wprowadzeniu, zielona architektura jest przyjazna środowisku, a ponadto integruje trzy korzyści: gospodarcze (m.in. poprzez zmniejszenie zużycia energii), społeczne (m.in. poprzez zabezpieczenie zdrowego i bezpiecznego środowiska życia i pracy) oraz ekologiczne (m.in. poprzez oszczędne gospodarowanie terenem). Od strony praktycznej, zielona architektura związana jest ze zrównoważonym budownictwem uwarunkowanym ściśle określonymi regułami, wśród których wymienia się m.in.: efektywne wykorzystanie odnawialnych źródeł energii oraz energooszczędność (m.in. za sprawą południowej orientacji fasad budynków), stosowanie surowców przyjaznych środowisku i dających się ponownie wykorzystać, zapobieganie zanieczyszczeniom powietrza, wody oraz gleby, zintegrowanie ze środowiskiem przyrodniczym i społecznym oraz oszczędne użytkowanie terenu (Iwanek, 2009; Kamionka, 2010a; Leźnicki i Lewandowska, 2014).

Na świecie istnieje kilka programów certyfikacyjnych budownictwa zrównoważonego, spośród których najbardziej znane to LEED (Leadership in Energy and Environmental Design – system certyfikacyjny powstały w Stanach Zjednoczonych) i BREEM (Building



Ryc. 2. Wskaźnik działań w zakresie innowacji ekologicznych w Unii Europejskiej w 2013 roku

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z database.eco-innovation.eu

Research Establishment Environmental Assessment Methodology – system certyfikacyjny powstały w Wielkiej Brytanii) odnoszące się w głównej mierze do kwestii ekologicznych i energooszczędnych, z pominięciem problematyki zrównoważenia społecznego i kulturowego (Kamionka, 2010b). Zrównoważone budownictwo zmniejsza średnio zużycie energii od 24 do 50%, emisję dwutlenku węgla od 33 do 39%, a zużycie wody o 40% (Asman i wsp., 2012).

Przyglądając się jednak sytuacji na rynku budowlanym w Polsce należy zauważyć, że procent „ekologicznych” inwestycji jest jak dotąd znikomym. Zgodnie z opublikowanym raportem Green Building Certifica-

tion Institute, w kwietniu 2011 roku w Polsce zarejestrowanych było 21 projektów LEED, spośród których zaledwie 4 otrzymały certyfikat. Na świecie w tym samym okresie zgłoszonych zostało 22,5 tys. projektów, a certyfikat otrzymało 7,2 tys. projektów (Krakowczy, 2010b). Byłoby wskazane, aby w najbliższym czasie sytuacja ta uległa zmianie na rzecz inwestycji zrównoważonych.

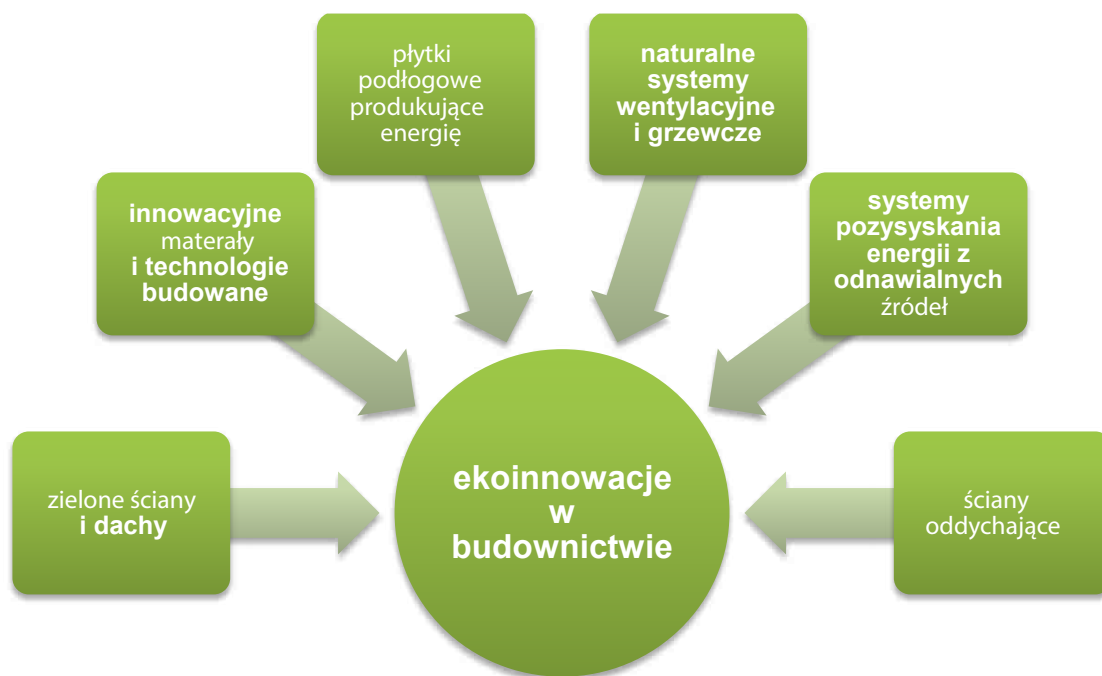
Wdrażanie ekoinnowacji w budownictwie

Innowacje ekologiczne z roku na rok zyskują na popularności, i to z kilku przyczyn. Po pierwsze, co ważne dla naukowców, na prowadzenie badań w tym zakresie

mogą w łatwy sposób otrzymać dofinansowanie. Zarówno instytucje naukowe, jak i firmy chętnie inwestują w tego typu rozwiązania, które mają na celu ograniczyć negatywne oddziaływanie na środowisko różnych działalności człowieka oraz są zgodne z zasadami zrównoważonego rozwoju. Po drugie, aktywność prośrodowiskowa jest jedną z popularniejszych i perspektywicznych działalności w gospodarce światowej i regionalnej. Przykładów ekoinnowacji jest zatem coraz więcej. Poniżej zaprezentowano tylko wybrane z nich (por. ryc. 3), by spróbować choć w zarysie wykazać, te które mogą stać w przyszłości wiodącymi technologiami w budownictwie.

Jednym z coraz popularniejszych rozwiązań w zakresie budownictwa i przyjaznym środowisku są tzw. zielone dachy oraz zielone fasady budynków (por. ryc. 4 i ryc. 5). Choć znane są od dawna, czego przykładem są chociażby starożytne wiszące ogrody (Dalley, 1993; Kożuchowski, 2008), to współcześnie nabierają nowego ekologicznego znaczenia. Oprócz waloru estetycznego posiadają, co ważne, także ten środowiskowy (Stanowski 2007; Stovin i wsp., 2007; Berardi i wsp., 2014). Wśród zalet zielonych dachów oraz zielonych fasad budynków wymienia się m.in.: regulację warunków termicznych, poprawę mikroklimatu, poprawę jakości powietrza, magazynowanie wód opadowych, co korzystnie wpływa na retencję wody w przestrzeni miejskiej, tłumi hałas, podtrzymuje różnorodność biologiczną, zwiększa odporność ogniową, a także może zapobiegać mechanicznemu uszkodzeniu warstw dachu (Köhler, 2008; Kowalczyk, 2011; Saadatian i wsp. 2013). Należy tu nadmienić, że do tego typu rozwiązań architektonicznych dobiera się specjalne gatunki roślin, które neutralnie oddziałują na pozostały materiał budowlany ścian.

Innym przykładem ekoinnowacji są materiały i technologie budowlane. Pochodzą one najczęściej z recyklingu; ponadto jednak tworzy się też nowoczesne



Ryc. 3. Wybrane ekoinnowacje w budownictwie

Źródło: opracowanie własne



Ryc.4. Zielone dachy i ściany w Toruniu

Źródło: autor A. Lewandowska (lipiec 2015 r.).



Ryc. 5. Zielona ściana w Katowicach

Źródło: autor A. Lewandowska (wrzesień 2014 r.).

ekologiczne materiały budowlane, które wykonane są z odnawialnych zasobów, biopolimerów, innowacyjnych włókien wzmacniających oraz hybrydowych organiczno i nieorganicznych kompozytów (Gou i wsp., 2013; Francese i wsp., 2013). Najpopularniejszy budulec, jakim jest beton, również zastępowany jest bardziej przyjaznym środowisku odpowiednikiem, w którego skład wchodzi biomasa (łupiny kokosa lub migdała). Technologia polegająca na zastąpieniu wchodzącego w skład betonu kruszywa właśnie biomasa opracował hiszpański Instytut Technologii Budownictwa Aidico (Bandosz, 2014).

Jednym z ciekawszych rozwiązań wykorzystywanych do ekologicznej produkcji energii są płytki podłogowe. Ich projekt został zaprezentowany w 2007 roku w ramach Next Generation, a wykorzystano w nim energię kinetyczną pochodzącą z deptania płytek podłogowych, w szczególności, zaś siły ich nacisku. W Wielkiej Brytanii w 2010 roku pojawiły się w pierwszej kolejności płytki chodnikowe, które za pomocą kroków przechodniów generują energię, a następnie przekazują ją do mini elektrowni. Pomysł jest bardzo perspektywiczny i trwają już prace nad aplikacją tego projektu w wyposażeniu budynków zrównoważonych.

Kolejnymi ekologicznymi rozwiązaniami stosowanymi w budownictwie są system naturalnej wentylacji oraz system ogrzewania. Ten pierwszy polega na wykorzystaniu zjawisk fizycznych, tj. różnicy temperatur czy wiatru. Powietrze zimne napływa do pomieszczeń przez rozszczelnienie okien i szczeliny w ścianach budynku lub przez specjalne nawiewniki instalowane w oknach i ścianach. Swobodnie przemieszcza się, w zależności od projektu, wewnątrz całego budynku lub pomieszczenia, a po wymieszaniu z powietrzem znajdującym się już wewnątrz i ogrzaniu, opuszcza pomieszczenie przez kratki wentylacyjne podłączone do kanałów wentyla-

cyjnych (Elmualim, 2006; Yun i wsp. 2008). Choć znana jest ona już od dawna, to obecnie przy projektowaniu budynków zwraca się szczególną uwagę na swobodny przepływ powietrza, który ma powodować komfort termiczny wewnątrz.

Na jednym z uniwersytetów w Szwajcarii planuje się stworzenie nowoczesnego systemu ogrzewania, który będzie wykorzystywał ciepło wytworzone latem. W okresie letnim bowiem, zarówno urządzenia, serwery komputerowe oraz ludzie produkują dużo ciepła, jak i temperatura powietrza jest również wysoka. Mając to na uwadze, naukowiec Gehrard Schmitt opracował system, który będzie gromadził ciepłe powietrze, magazynował w je podziemiach, by zimą mogło ono zostać wykorzystywane do ogrzewania budynków. Z kolei amerykańska firma Amazon, mająca siedzibę w Seattle, ma w planach, by ich centrum danych, w którym są serwerownie, były chłodzone wodą, która następnie zostanie przesłana podziemnymi rurami do pobliskich biurowców Amazonu, gdzie oddając swoje ciepło w kaloryferach, ma ogrzewać biura. Władze Seattle oceniają, że ciepło generowane przez komputery wystarczy do ogrzewania więcej niż tylko trzech budynków Amazonu, a w przyszłości proekologiczne rozwiązania zostaną wykorzystane w innych biurowcach znajdujących się w sąsiedztwie. Tego typu technologię, w której budynki ogrzewane są przez serwery komputerowe, spotykamy m.in. w serwerowniach IBM-u w Finlandii i Szwajcarii czy w centrum danych brytyjskiej firmy Telehouse (Michalik, 2014).

Z zakresu wykorzystania odnawialnych źródeł energii w budownictwie najpopularniejsze są kolektory słoneczne i panele fotowoltaiczne, które konwertują promieniowanie słoneczne na energię elektryczną, a także pompy ciepła wykorzystujące energię geotermalną. Z roku na rok zyskują one swoich zwolenników, zarówno z uwagi na oszczędności finansowe, jak i na

Ryc. 6. Projekt wiatraków miejskich

Źródło: <http://www.designboom.com/architecture/nl-architects-power-flowers/>



możliwości uzyskania dopłat na tego typu instalacje. Projektanci dostosowują również wzornictwo instalacji do oczekiwań klientów, np. wybierając materiały transparentne, a zatem możliwe do wykorzystania jako okna.

W przestrzeni miejskiej istniał natomiast problem z wykorzystaniem energii wiatrowej. Dlatego też w tym celu konstruuje się wiatraki miejskie (ang. *urban windmills*), które są zdecydowanie mniejszej wielkości niż te powszechnie znane, a dodatkowo posiadają walor estetyczny (por. ryc. 6).

Ostatnim przykładem przytaczanych w niniejszym artykule ekoinnowacji są te inspirowane światem natury, np. „ściany oddychające”. Realizowany w Chinach projekt Habitat 2020 uwzględnia właśnie tego typu rozwiązania. „Ściany oddychające” zbudowane są z membrany zawierającej w sobie otwory komórkowe, które zaangażowane są w wymianę gazową pomiędzy wną-

trzem budynku i środowiskiem zewnętrznym. Projekt wzorowany jest na świecie roślinnym, a precyzyjnie na strukturze liścia, bowiem to specjalne komórki gromadzą wodę, oddychają i wykorzystują promieniowanie słoneczne (Rao, 2014).

Podsumowanie

Ekoinnowacje w budownictwie mogą przyczynić się nie tylko do stworzenia lepszych warunków na zewnątrz, czyli w środowisku, ale również do stworzenia zdrowszego środowiska wewnętrznego, czyli miejsca zamieszkania lub pracy. Jak wskazano we wstępie pracy, konwencjonalne metody i materiały budowlane związane są z szerokim zakresem problemów, w tym także zdrowotnych. Zanieczyszczenia chemiczne emitowane z rozpuszczalników z farb czy też tworzyw sztucz-

nych wraz z zanieczyszczeniami biologicznymi takimi jak roztocza i pleśnie są m.in. przyczynami astmy, bólu głowy, depresji, egzemy, kołatania serca i zespołu przewlekłego zmęczenia. Budownictwo zrównoważone stara się te problemy wyeliminować poprzez dobrze zaprojektowany system naturalnej wentylacji, „ściany oddychające” i stosowanie naturalnych, nietoksycznych produktów oraz materiałów. Należy mieć nadzieję, że tego typu przyjazne środowisku rozwiązania w budownictwie staną się nie tylko inspiracją, ale i powszechnie obowiązującą normą.

Literatura

- Aslam A, Tariq S, Syed WAA, Ali SS (2012). Green Architecture & Environmental Benefits: A Review With Reference To Energy Deficient Pakistan. *Sci. Int.(Lahore)*. 24(4):495-498.
- Bandosz Ł (2014). Ekoinnowacje i ekobudowanie. *Przegląd Komunalny. Ekoinnowacje w budownictwie*. 10/12-13.
- Berardi U, GhaffarianHoseini AH, GhaffarianHoseini A (2014). State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs. *Applied Energy*. 115:411-428.
- Brzoska K, Lewandowska A (2013). Wzrost gospodarczy w świetle koncepcji zrównoważonego rozwoju. W: Kuczmarska M, Pietryka I, red. *Problemy gospodarki światowej. T. 3*. Instytut Badań Gospodarczych: Polskie Towarzystwo Ekonomiczne. Odział w Toruniu, Toruń;83-97.
- Dalley S (1993). Ancient Mesopotamian Gardens and the Identification of the Hanging Gardens of Babylon Resolved. *Garden History*. 21/1:1-13.
- Elmualim AA (2006). Verification of design calculations of a wind catcher/tower natural ventilation system with performance testing in a real building. *International Journal of Ventilation*. 4/4:393-404.
- Francese D, Mensitieri G, Iannace S, Balestra C (2013). New Materials for Ecological Building Products. *Characterization and Development of Biosystems and Biomaterials Advanced Structured Materials*. 29:203-215.
- Guo Q, Liang QY, Zhao LQ (2013). Ecological Development of Building Materials. *Advanced Materials Research*. 712-715:887-890.
- Iwanek M (2009). W poszukiwaniu znaczenia architektury ekologicznej – ciągłość historyczna architektury współczesnej. *Teka Kom. Arch. Urb. Stud. Krajobr.* 43-49.
- Kamionka L (2010a). Architektura w środowisku zrównoważonym. *Problemy Ekologii*. 14/2:61-65.
- Kamionka L (2010b). Standardy architektury zrównoważonej jako istotny czynnik miasta oszczędnego na przykładzie wypranych programów certyfikacyjnych. *Czasopismo Techniczne*. 14:27-38.
- Kowalczyk A (2011). Zielone dachy szansą na zrównoważony rozwój terenów zurbanizowanych. *Zrównoważony Rozwój – Zastosowania*. 2: 66-81.
- Koźuchowski P (2008). Cz. 1. Dachy zielone – najstarsza nowoczesna technologia. *Administrator*. 10:10-13.
- Köhler M (2008). Green facades - a view back and some visions. *Urban Ecosystems*. 11:423-436.
- Krakowczyk M (2011). Nowy zawód: specjalista od zielonych budynków. *Przegląd Budowlany*. 12:12-13.
- Leźnicki M, Lewandowska A (2014) Zielona architektura jako istotowo ważny element miasta zrównoważonego W: Kleśta A, Terlecka M. red. *Zrównoważony rozwój - idea czy konieczność?* Wydawnictwo Amagraf. Krosno;119-130.
- Matejun M (2009). Zarządzanie innowacjami ekologicznymi we współczesnym przedsiębiorstwie. W: Grądzki R., Matejun M. red. *Rozwój zrównoważony - zarządzanie innowacjami ekologicznymi*. Wydawnictwo Media Press, Katedra Podstaw Techniki i Ekologii Przemysłowej PŁ, Łódź;19-31.
- Michalik Ł (2014). Do czego wykorzystać serwery? Amazon daje przykład, warto go naśladować! Dostępny na: <http://gadzetomania.pl/1861,do-czego-wykorzystac-serwery-amazon-daje-przyklad-warto-go-naśladowac> Dostęp 10.07.2015.
- OECD (2010). *Eco-innovation in Industry: Enabling green growth*. Paris.
- Rao R (2014). Biomimicry in Architecture. *International Journal of Advanced Research in Civil, Structural, Environmental and Infrastructure Engineering and Developing* 1/2:101-107.
- Runkiewicz L (2010). Realizacja obiektów budowlanych zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. *Przegląd Budowlany*. 2:17-23.
- Saadatian O, Sopian K, Salleh E, Lim CH, Riffat S, Saadatian E, Toudeshki A, Sulaiman MY (2013). A review of energy aspects of green roofs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 23:155-168.
- Stanowski J (2007). Zieleń na dachach. *Zieleń Miejska*. 4:36-37.
- Stovin V, Dunnett N, Hallam A (2007). Green roofs – getting sustainable drainage off the ground. Proceedings of the 6th Novatech Conference. Lyon. 1:11-18.
- Szpot A, Śniegocki A (2012). *Ekoinnowacje w Polsce. Stan obecny, bariery rozwoju, możliwości wsparcia*. Instytut Badań Strukturalnych. Warszawa.
- Tyburski T (2013). *Dyscypliny humanistyczne i ekologia*. Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Toruń.
- Wines J (2008). *Zielona architektura*. Warszawa: Taschen GmbH.
- World Commission on Environment and Development (1991). *Nasza wspólna przyszłość: Raport Światowej Komisji do spraw Środowiska i Rozwoju*. przeł. U. Grzełowska, E. Kolanowska. Wydawnictwo PWN. Warszawa.
- Yun YG, Steemers K, Baker N (2008). Natural ventilation in practice: linking facade design, thermal performance, occupant perception and control. *Building Research & Information*. 36/6:608-624.
- Zabłocki G (2002). *Rozwój zrównoważony – idee, efekty, kontrowersje (perspektywa socjologiczna)*. Wydawnictwo UMK. Toruń.

Eco-innovation in sustainable building – introduction to the issue

Aleksandra Lewandowska

The present study analyses eco-innovation from the perspective of sustainable building. The authoress put special emphasis on topics that are currently widely discussed such as factors of development of eco-innovation, types of eco-innovation, environmental guidelines for sustainable building and building certification systems. Furthermore also it discusses the approach of eco-innovation in the European Union to demonstrate whether Poland is a leader in this field or not. Moreover, it discusses some examples of eco-innovation in construction, which should be a contribution to the development of further analysis of this issue.

Key words: eco-innovation, sustainable building, green architecture, sustainable development

Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

Przyroda – IV etap edukacyjny:

Cele kształcenia:

Rozumienie metody naukowej, polegającej na stawianiu hipotez i ich weryfikowaniu za pomocą obserwacji i eksperymentów.

Treści nauczania:

B. Nauka i technologia

13. Technologie współczesne i przyszłości

15. Ochrona przyrody i środowiska