

PRACE NAUKOWE

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

RESEARCH PAPERS

of Wrocław University of Economics

Nr 409

Polityka ekologiczna a rozwój gospodarczy

Redaktorzy naukowi
Andrzej Graczyk
Agnieszka Ciechelska



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2015

Redakcja wydawnicza: Barbara Majewska
Redakcja techniczna i korekta: Barbara Łopusiewicz
Łamanie: Małgorzata Czupryńska
Projekt okładki: Beata Dębska

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania
znajdują się na stronach internetowych
www.pracnaukowe.ue.wroc.pl
www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

Publikacja udostępniona na licencji Creative Commons
Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 3.0 Polska
(CC BY-NC-ND 3.0 PL)



© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wrocław 2015

ISSN 1899-3192
e-ISSN 2392-0041

ISBN 978-83-7695-552-0

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Zamówienia na opublikowane prace należy składać na adres:
Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
ul. Komandorska 118-120, 53-345 Wrocław
tel./fax 71 36 80 602; e-mail: econbook@ue.wroc.pl
www.ksiegarnia.ue.wroc.pl

Druk i oprawa: TOTEM

Spis treści

Wstęp.....	9
------------	---

Część 1. Ekonomiczne podstawy polityki ochrony środowiska

Tomasz Żylicz: Ekonomia w polskiej ochronie środowiska.....	13
Dariusz Kielczewski: Problem koordynacji polityki ekologicznej i polityki społecznej w kontekście zrównoważonego rozwoju	29
Agnieszka Lorek: Ocena polskiej polityki ekologicznej w warunkach wdrażania zrównoważonego rozwoju.....	38
Zbigniew Szkop: Badanie <i>willingness to pay</i> turystów odwiedzających Śląski Park Krajobrazowy.....	48

Część 2. Informacyjne podstawy polityki ekologicznej

Agnieszka Becla: Wybrane kosztowo-zasobowe bariery wykorzystania informacji w realizacji lokalnej strategii zrównoważonego i trwałego rozwoju (na przykładzie niektórych gmin Dolnego Śląska).....	63
Stanisław Czaja: Teoriopoznawcze oraz metodyczno-metodologiczne problemy gromadzenia i wykorzystania informacji w realizacji lokalnej strategii zrównoważonego i trwałego rozwoju (na przykładzie wybranych gmin Dolnego Śląska, Ziemi Lubuskiej i Wielkopolski).....	84
Piotr P. Małecki: Podstawy metodologiczne tworzenia statystyki kosztów środowiskowych według nowych wymogów Eurostatu – wyzwania dla Polski	102
Ksymbena Rosiek: Istota i zakres definiowania kosztów środowiskowych	112

Część 3. Instrumenty polityki ekologicznej

Bogusław Fiedor, Andrzej Graczyk: Instrumenty ekonomiczne II Polityki ekologicznej państwa.....	127
Agnieszka Ciechelska: Przegląd i ocena wybranych instrumentów gospodarki odpadami komunalnymi w II Polityce ekologicznej państwa	140
Bartosz Bartniczak: Możliwość wykorzystania instrumentów zwrotnych w projektach dotyczących rozwoju zrównoważonej multimodalnej mobilności miejskiej	155

Część 4. Polityka ekologiczna a problemy rolnictwa

Karol Kociszewski: Ekonomiczne instrumenty ochrony środowiska w polskim rolnictwie	167
Anna Kuczuk, Stefan Waclaw: Działalność prośrodowiskowa gospodarstw rolnych w aspekcie realizacji Programu rolnośrodowiskowego	177
Anetta Zielińska: Rozwój rolnictwa ekologicznego na obszarach przyrodniczo cennych	195

Część 5. Polityka ekologiczna a problemy energetyki

Alicja Małgorzata Graczyk: Analiza i ocena zgodności instrumentów polityki ekologicznej dotyczących odnawialnych źródeł energii z zasadami zrównoważonego rozwoju	207
Artur Ulrich: Transformacja energetyczna w Niemczech – studium projektu „Efektywność Plus”	218
Waldemar Kozłowski: Ocena potencjału inwestycyjnego energetyki wiatrowej przez pryzmat uwarunkowań środowiskowych na przykładzie województwa warmińsko-mazurskiego	228
Michał Ptak: Ograniczanie emisji fluorowanych gazów cieplarnianych	239

Część 6. Zrównoważony rozwój w krajach rozwijających się

Maciej Chrzanowski, Sylwia Dzedzic, Leszek Woźniak: Ekoinnowacje w strategiach firm klastra „Dolina Lotnicza”	253
Sylwia Dzedzic: Ekologiczne miasta przyszłości. Masdar City – studium przypadku	264
Tomasz Poskrobko, Anetta Zielińska: Innowacje w krajach rozwijających się a zrównoważony rozwój.....	277

Summaries

Part 1. Economic bases of environmental policy

Tomasz Żylicz: Economics in environmental protection in Poland	13
Dariusz Kielczewski: Problem of coordination of ecological policy and social policy in the context of sustainable development	29
Agnieszka Lorek: Assessment of Polish environmental policy in terms of implementation of sustainable development	38
Zbigniew Szkop: Study of <i>Willingness to Pay</i> of tourists visiting Ślęza Landscape Park	48

Part 2. Information bases of ecological policy

Agnieszka Becla: Chosen costs and resources barriers of using information in the realization of local sustainable development strategy (on the example of some Lower Silesian communes)	63
Stanisław Czaja: Theoretical, cognitive and methodological problems of accumulation and utilization of information in the realization of local sustainable development strategy (on the example of chosen of Lower Silesia, Lubuska Province and Wielkopolska communities)	84
Piotr P. Małecki: Methodological base for environmental costs statistics according to the new Eurostat requirements and resulting challenges for Poland	102
Ksymbena Rosiek: The nature and scope of environmental costs defining	112

Part 3. Ecological policy tools

Bogusław Fiedor, Andrzej Graczyk: Economic instruments of II State Ecological Policy	127
Agnieszka Ciechelska: Review and evaluation of chosen municipal waste management tools	140
Bartosz Bartniczak: The ability to use financial instruments in projects relating to sustainable multi-model urban mobility	155

Part 4. Ecological policy vs. agriculture problems

Karol Kociszewski: Economic instruments of environment protection in Polish agriculture	167
--	-----

Anna Kuczuk, Stefan Waclaw: The environmentally-friendly activity of farms in the aspect of Agri-environmental Programme realization.....	177
Anetta Zielińska: The development of ecological farming in natural valuable areas	195

Part 5. Ecological policy vs. power industry problems

Alicja Małgorzata Graczyk: Analysis and assessment of ecological policy instruments of RES in accordance with sustainable development principles.....	207
Artur Ulrich: Energy transition in Germany – study of Efficiency Plus project.....	218
Waldemar Kozłowski: Assessment of investment potential of wind power industry through the prism of environmental conditions on the example of Warmian-Masurian Voivodeship	228
Michał Ptak: Reducing the emissions of fluorinated greenhouse gases.....	239

Part 6. Sustainable development in developing countries

Maciej Chrzanowski, Sylwia Dzedzic, Leszek Woźniak: Eco-innovations in the strategies of enterprises from “Aviation Valley” cluster.....	253
Sylwia Dzedzic: Ecological future cities. Masdar City – a case study.....	264
Tomasz Poskrobko, Anetta Zielińska: Innovations in developing countries vs. sustainable development	277

Sylwia Dziedzic

Politechnika Rzeszowska
e-mail: dziedzic@prz.edu.pl

EKOLOGICZNE MIASTA PRZYSZŁOŚCI. MASDAR CITY – STUDIUM PRZYPADKU

ECOLOGICAL FUTURE CITIES. MASDAR CITY – A CASE STUDY

DOI: 10.15611/pn.2015.409.20

Streszczenie: Głównym celem pracy była analiza funkcjonowania ekologicznego miasta przyszłości, jakim jest Masdar City w Zjednoczonych Emiratach Arabskich, już dzisiaj traktowanego jako swoisty globalny benchmark. Celem pracy była również ocena możliwości wykorzystania doświadczeń Masdar City w warunkach funkcjonowania polskich miast. Obiekt badań stanowiło więc miasto Masdar City, a zwłaszcza przyjęte w nim rozwiązania. Metodyka badań obejmowała systematyczne studia literaturowe oraz wywiady pogłębione przeprowadzone w trakcie naukowej wizyty studyjnej z dwiema osobami prowadzącymi badania w laboratoriach Masdar Institute of Science and Technology. Funkcjonujące w mieście rozwiązania w wielu przypadkach mogą być wykorzystane w realiach polskich miast – zarówno innowacje procesowe, techniczno-technologiczne, jak i dotyczące zarządzania tego typu miastem. W Polsce ekologiczne miasta lub dzielnice mogłyby powstawać w obrębie utworzonych parków naukowo-technologicznych, a także wyższych uczelni.

Słowa kluczowe: strategiczne zarządzanie rozwojem miast, ekologiczne miasta, zrównoważone miasta, inteligentne miasta, Masdar City.

Summary: The main aim of this study was to analyze functioning from the ecological perspective of one of the future cities, which is Masdar City, located in the United Arab Emirates, today considered as a global benchmark. The aim of this study was also to assess the possibility of using the experience of Masdar City in the conditions of Polish cities. The object of the research was the city of Masdar and its adopted solutions. The research methodology included systematic literature studies and in-depth interviews conducted with two people doing research in the laboratories of Masdar Institute of Science and Technology. Interviews were conducted during the scientific study visit. Functioning solutions in the city can be used in the realities of Polish cities – both process innovations, technical and technological, as well as for the management of this type of the city. In Poland, environmental or ecological city neighborhoods could be formed within the established science and technology parks, as well as universities.

Keywords: strategic management of the cities development, ecological cities, sustainable cities, smart cities, Masdar City.

1. Wstęp

Wiele współczesnych miast, projektowanych według różnych koncepcji, niejednokrotnie przedstawianych jest jako przykłady braku zrównoważenia. To właśnie w dużych metropoliach mamy ciągle do czynienia z nawarstwianiem się wielu kwestii społecznych i ekologicznych. Zarządzanie takimi miastami stwarza więc mnóstwo trudności i bez radykalnej zmiany filozofii funkcjonowania miast, wobec pogłębiających się problemów dotyczących wielu kategorii zasobów, w tym szczególnie energetycznych, jak również w sytuacji olbrzymich dylematów dotyczących gospodarki odpadami nie będzie możliwy dalszy rozwój światowych metropolii. Prognozy mówią o ciągłym zwiększaniu się liczby osób zamieszkujących metropole w skali całego świata, wskazują także na konieczność całkowicie odmiennego podejścia do rozwiązania współczesnych i przyszłościowych problemów miast. W niektórych krajach pojawiły się już ciekawe rozwiązania, a w opinii wielu autorów jednym z najciekawszych przykładów ekologicznego (zrównoważonego) miasta jest Masdar City w Zjednoczonych Emiratach Arabskich. Jest to swoisty benchmark licznych rozwiązań, takie też było założenie twórców projektu.

Idea ekologicznych miast staje się popularna również w Polsce, należy jednak pamiętać, że ich definicje są bardzo zróżnicowane. Funkcjonujące w wielu już regionach świata ekologiczne ośrodki miejskie¹ dostarczają wzorów projektowania, rozwiązań technologicznych, ale także modeli nowoczesnych systemów zarządzania takimi miastami. Głównym powodem rozwijania się idei ekologicznych miast jest konieczność ochrony środowiska, nie tylko miejskiego, ale pojmowanego znacznie szerzej, szczególnie w kontekście niezbędnego ograniczania zużycia energii, wykorzystywania energii odnawialnej, a także pełnego zagospodarowania wielu kategorii odpadów, ponieważ obecnie to właśnie metropolie generują największe ilości różnego typu zanieczyszczeń. Miasta są też największym konsumentem energii, znacznie większym niż przemysł i transport.

Badania literaturowe, jak również dotychczasowe doświadczenia własne skłoniły autorkę do przedstawienia poniżej autorskiej definicji ekologicznego miasta. Jest ona także rezultatem analizy tego zagadnienia we wcześniejszej monografii (wymienionej w dalszej części tekstu i w literaturze) oraz obserwacji w czasie wizyty studyjnej odbywanej w Masdar City.

Miasto ekologiczne jest miastem zrównoważonym, w którym rozwiązano problem wykorzystania energii, gospodarowania wodą, zagospodarowania odpadów zgodnie z najnowocześniejszymi dostępnymi eko-innowacjami i możliwościami. Miasto charakteryzuje się dużym udziałem terenów zielonych, rozwiązaniami pro-ekologicznego, multimodalnego transportu oraz powszechnym wykorzystaniem in-

¹ W opracowaniu *Eco-Cities — A Global Survey 2011. Eco-City Profiles*, S. Joss, D. Tomozeiu i R. Cowley przedstawili listę blisko 180 ekologicznych miast zlokalizowanych na wszystkich kontynentach świata.

teligentnych rozwiązań informatycznych. Łączy w jeden sprawny system zagadnienia ekonomiczne, społeczne i ekologiczne.

W pracy przedstawione zostaną, na tle zagadnień teoretycznych, zasady i cele funkcjonowania wzorcowego ekologicznego miasta, jakim jest Masdar City. Pojęcia „ekologiczne miasto” i „zrównoważone miasto” będą traktowane jako synonimy, mimo iż wiele miast tak określanych nie uwzględnia na pierwszym planie aspektów ekologicznych, lecz przede wszystkim kwestie wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych w zarządzaniu metropolią. Należy jednak dodać, że technologie te są też coraz powszechniej stosowane w inteligentnym sterowaniu problemami ochrony środowiska w miastach, w tym – przykładowo – zagadnieniami zagospodarowania odpadów, zrównoważonego transportu, inteligentnych sieci energetycznych itp.

Analiza rozwiązań występujących w Masdar City ma na celu również ocenę możliwości ich wykorzystania w polskich miastach, zarówno w ujęciu kompleksowego zarządzania, jak i w przypadku pojedynczych rozwiązań technologicznych, jak również dotyczących organizacji i zarządzania nowoczesnymi miastami.

2. Cel i metodyka badań

Celem pracy jest analiza założeń i funkcjonowania wzorcowego ekologicznego miasta – Masdar City, analiza przyjętych proekologicznych rozwiązań, a następnie ocena możliwości ich wykorzystania w warunkach polskich miast.

Metodyka badań obejmuje systematyczne studia literaturowe. Skupiono się na analizie dostępnej literatury naukowej, materiałów konferencyjnych zamieszczonych w sieci, różnych opracowań, dokumentów, jak również międzynarodowych stron internetowych. Wykorzystano też metodę wywiadu pogłębionego, który przeprowadzono z dwiema osobami prowadzącymi badania w laboratoriach Masdar Institute of Science and Technology (Polakiem oraz obywatelem Zjednoczonych Emiratów Arabskich). Wywiady przeprowadzono w Masdar City w trakcie naukowej wizyty studyjnej, związanej z udziałem autorki pracy w styczniu 2014 roku w odbywającym się w mieście Abu Dhabi Sustainability Week, w tym World Future Energy Summit.

W. Czakon [2011] podkreśla, że studiowanie przypadków przeżywa w naukach o zarządzaniu prawdziwy renesans, dodając, iż kluczowe odkrycia, a także fundamenty nauk stanowiły studia przypadków [Czakon 2011] i że jednym z typowych celów stosowania studiów przypadków jest wykonanie zorientowanych na praktykę badań eksploracyjnych [Czakon 2011] w taki sposób, aby jak najlepiej zrozumieć badane zjawisko, tym bardziej w takim przypadku jak obiekt badań autorki – Masdar City – który zasadniczo nie ma jeszcze odpowiednika. Istotny okazał się więc celowy dobór przedmiotu badania.

Realizowane według tej metodyki studia badawcze mają także charakter ilustrujący, szkoleniowy (*executive research*), a przede wszystkim – w intencjach autorki – inspirujący.

Szczególne przydatność badania przypadków dotyczy sytuacji, gdy badane zjawisko jest nowe albo przejawia odmienną od dotychczasowych teorii i praktyki logikę (Masdar City).

Potrzeba wykonywania empirycznych badań zorientowanych na praktykę wynika z chęci lepszego zrozumienia rzeczywistości. Studia przypadków zorientowane na praktykę są szczególnie przydatne w możliwym w przyszłości przygotowaniu działań decydentów [Czakov 2011], w tym osób i gremiów zarządzających nowoczesnymi miastami, także w Polsce. W metodzie studium przypadku niezbędne jest przeprowadzenie badań terenowych, a ich cel stanowi zdobycie danych pierwotnych [Czakov 2011]. Tego typu rezultaty autorka uzyskała, analizując Masdar City oraz Masdar Institute of Science and Technology.

Studia przypadków rozpoczynają się od postawienia pytania badawczego. W niniejszej pracy sformułowano je następująco: jakie są zasady i cele funkcjonowania ekologicznego miasta Masdar City, określanego w założeniach jako miasto zero-emisyjne, a także jakie są możliwości implementacji takich rozwiązań w polskich realiach.

3. Wylaniający się z dostępnej literatury przedmiotu obraz Masdar City

Koncepcja inteligentnych miast pojawiła się w literaturze naukowej na początku XXI wieku [UBM future cities], natomiast koncepcja miast ekologicznych znacznie wcześniej, bo już w latach 60. i 70. XX wieku [Rapoport 2014]. Od tego czasu ukazało się wiele publikacji, których autorzy analizują to zjawisko. Należy podkreślić, że wśród naukowców pojawiają się zróżnicowane opinie dotyczące definicji ekologicznych miast. Niektórzy autorzy utożsamiają ją z definicją miasta zrównoważonego [Jenks, Jones 2010] lub też miasta inteligentnego [Cavada, Hunt, Rogers 2014]. Z kolei inni zdecydowanie rozróżniają te pojęcia [Abdoullaev 2011]. Podobieństwa i różnice w ujęciu syntetycznym przedstawiono w publikacji zatytułowanej *What are future cities? Origins, meanings and uses* [Moir, Moonen, Clark 2014]. Ciekawych informacji dostarczają wykonane przez niektórych autorów porównania rozwiązań wykorzystanych w ekologicznych i inteligentnych miastach zlokalizowanych w różnych częściach świata. Niektóre zestawiają i porównują prezentowane w niniejszej publikacji Masdar City (Zjednoczone Emiraty Arabskie): z Songdo (Południowa Korea) [Wakefield 2013a], z Saltaire (Anglia) [Whitehead 2009], z BedZED (Wielka Brytania) [Zhu, Kung, Zhou 2015]. W wielu innych publikacjach Masdar City prezentowane jest na tle większej liczby ekologicznych miast świata [BBC NEWS 2014; Rapoport, Vernay 2014; Ojo, Curry, Janowski 2014; Tok i in. 2014; Tok, Al Mohammad, Al Merekhi 2014; Carr 2013; Joss 2013; Wakefield 2013b; Dziejczak, Woźniak 2013; Alusi, Eccles, Edmondson 2011; Joss 2010; Joss, Tomozeiu, Cowley 2011].

W kontekście tematu publikacji szczególnie istotne są prace prezentujące cele i zasady funkcjonowania Masdar City, a często także jego serca, jakim jest Masdar Institute of Science and Technology. Przedstawiono w nich obraz ekologicznego miasta (wdrożone rozwiązania) często traktowanego jako modelowe rozwiązanie środowiskowo zrównoważone, jako inspirację i drogowskaz dla świata [Willmott 2014; Andersen, Nilsson-Andersen 2012; Bohannan 2012; Lau 2012; Mahroum, Alsaleh 2012; Marshall, Müller 2012; Madichie 2011; Heap 2010; Müller 2010; Ouroussoff 2010; Reiche 2010; Tang 2010; Bullis 2009; Latham & Watkins 2009; Perkins 2009; Snyder 2009; Tulloch 2009; BBC NEWS 2008; Stilwell, Lindabury 2008; Atenor Group]. Wbrew pozorom liczba dostępnych publikacji nie jest duża, a ich treści są sobie bardzo bliskie. Założeniem Masdar City była budowa miasta zeroemisyjnego, w pełni pokrywającego własne potrzeby energetyczne, wodne, a także w ogóle nieprodukującego odpadów (tabela 1). Miasto ciągle się rozwija (w założeniu budowa

Tabela 1. Ogólna charakterystyka Masdar City

Miasto	Masdar
Odległość od dużego miasta	Abu Dhabi (16 km)
Powierzchnia	6 km ²
Termin realizacji budowy	2007-2025
Planowana liczba mieszkańców	40 000
Główny inwestor	Mubadala Development Company
Projektant	Pracownia architektoniczna Normana Fostera (Foster and Partners)
Szacowany koszt	19 mld \$
Wizja	Stworzenie z Abu Dhabi wybitnego źródła odnawialnej energii, rozwoju wiedzy oraz jej implementacji, a także światowego benchmarku zrównoważonego rozwoju (wizja odnosi się w szczególności do Masdar City, będącego wydzielonym fragmentem tego miasta)
Misja	Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii i zrównoważonych technologii dzięki edukacji, badaniom i rozwojowi, inwestycjom, komercjalizacji i adaptacji.
Wartości	ZWINNY Wierzymy, że sukces na dzisiejszym rynku energii wymaga zdolności do szybkiego, zsynchronizowanego ze zmianami technologii działania – że możemy szybko i zdecydowanie podejmować decyzje ze zwinnością, która utrzymuje nas w czołówce branży. EKONOMICZNY Wierzymy, że najlepszym sposobem na zwiększenie wykorzystania czystych technologii jest wykazanie, że są one opłacalne handlowo – aby udowodnić, że ich przyjęcie będzie nie tylko korzystne dla zdrowia i stabilności naszej planety, ale również przyniesie zyski naszym akcjonariuszom.

	<p>ZRÓWNOWAŻONY Wierzymy, że zrównoważony rozwój jest kluczowym kryterium, które musimy wykorzystać w podejmowaniu decyzji. Myślimy o stopniu, w jakim podejmowane przez nas czynności mogą być powtórzone w przyszłości, bez znacznej utraty jakości, zasobów i skuteczności.</p> <p>UREALNIONY Wierzymy, że naszą działalność określa przyszłościowe myślenie – pionierskie koncepcje i technologie – ważne jest, że nasz proces decyzyjny jest mocno zakorzeniony w rzeczywistości. Wszystko, co robimy jest realne w stopniu, w jakim jest to możliwe, biorąc pod uwagę ograniczenia finansowe i techniczne. Skutkuje to rozwojem lepszych technologii, zdrowych rozwiązań i możliwościami szerszych zastosowań.</p>
--	--

Źródło: opracowanie własne na podstawie: <http://www.masdar.ae> (13.04.2015).

zostanie zakończona w 2025 roku), ale już dzisiaj autorzy wymienionych publikacji przedstawiają pewne uogólnienia. Miasto znakomicie rozwiązuje swoje potrzeby energetyczne (fotowoltaika, energia geotermalna, zielona energia), produkcja zrównoważonej energii odnawialnej przekracza jego potrzeby, nadmiar dostarcza więc do Abu Dhabi. W Masdar City funkcjonuje sprawny system oczyszczania ścieków i odzysku wody. Miasto nie produkuje w dosłownym znaczeniu odpadów – wszystkie są zagospodarowane. Funkcjonuje tylko transport elektryczny. Materiały budowlane, zabudowa, konstrukcja budynków i chodników jest jednym z elementów równoważenia procesów gospodarowania ciepłem i chłodem. Miasto funkcjonuje w realiach klimatu gorącego, suchego, jednak uzyskane wyniki już dzisiaj potwierdzają słuszność wybranej drogi. Jednego rezultatu nie udało się osiągnąć – Masdar City nie jest jeszcze miastem zeroemisyjnym, ale zmierza do osiągnięcia tego celu. Przyczyną jest fakt, że ten ośrodek miejski ciągle się rozbudowuje, a dopiero zrealizowanie całej idei powinno doprowadzić do uzyskania wszystkich planowanych rezultatów.

Ogólną charakterystykę miasta przedstawiono w tabeli 1, będącej syntezą wiedzy dostępnej w cytowanych publikacjach i innych podanych źródłach.

Sercem Masdar City jest Masdar Institute of Science and Technology. Ogólne dane dotyczące tego ośrodka naukowo-badawczego (bardzo nowoczesnego), będącego zarazem wyższą uczelnią, zaprezentowano w tabeli 2.

Masdar Institute of Science and Technology z założenia służyć ma najwyższym poziomem edukacji i prowadzonych badań nie tylko miastu Masdar, ale jak stwierdzono w jego wizji i misji, całemu światu. Stąd też wygenerowane w nim rozwiązania – przynajmniej niektóre – mogą być bezpośrednio przeniesione w realia polskich miast lub też mogą stać się inspiracją do poszukiwania podobnych rozwiązań, przystosowanych do naszych warunków klimatycznych oraz przyjmowanych założeń architektonicznych.

Tabela 2. Ogólna charakterystyka Masdar Institute of Science and Technology

Jednostka naukowo-badawcza	Masdar Institute of Science and Technology
Data otwarcia	6 września 2009 roku
Studenci	Jesienią 2014 roku studiowało 491 studentów z 66 krajów. Kobiety stanowią prawie 44% populacji studiujących; 44% to obywatele Zjednoczonych Emiratów Arabskich.
Wykładowcy	Wykładowcy reprezentują 30 narodowości; 16% to kobiety. Stosunek wykładowców do studentów wynosi 1:5.
Programy kształcenia	Aktualnie w ofercie jest dziewięć programów magisterskich i jeden interdyscyplinarny program doktorancki.
Wizja	Aby zostać uznanym za regionalny i globalny model uniwersytetu XXI wieku, prowadzącego intensywne badania, Instytut będzie sprzyjał gwałtownemu rozwojowi ekonomicznemu kluczowych sektorów. W Instytucie zdefiniowany zostanie model badań naukowych i poszukiwania nowych rozwiązań globalnych problemów, wyznaczone będą nowe standardy edukacji. Z tych nowych rozwiązań korzystać ma nie tylko Abu Dhabi, lecz także cały świat.
Misja	Zostać światowej klasy instytucją kształcącą na wysokim poziomie oraz realizującą najwyższej klasy badania, które posłużą kreowaniu światowych liderów oraz krytycznych myślicieli w zakresie zaawansowanej energii i zrównoważonego rozwoju. Ustanowić Abu Dhabi światowym centrum wzrostu i wiedzy w zakresie zrównoważonej energii.
Cele	Ustanowić i stale ewolucyjnie rozwijać interdyscyplinarne, wspólne badania i zwiększać możliwości rozwoju w zakresie zaawansowanej energii i zrównoważonego rozwoju. Kształcić głęboko i szeroko innowatorów zdolnych do rozwoju technologii i przedsiębiorstw w regionie oraz na całym świecie.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: <https://www.masdar.ac.ae> (13.04.2015).

4. Rezultaty i dyskusja

W języku arabskim słowo „masdar” oznacza „źródło”. Nazywając tak miasto, określono jego znaczenie jako źródła wielu podstawowych kategorii zasobów, takich jak wiedza i innowacje, szczególnie w bardzo istotnym w tym regionie geograficznym obszarze czystych technologii, a perspektywicznie także odnawialnych źródeł energii. Zagadnienia te są istotne w całym świecie. Miasto traktowane jest także jako źródło wiedzy na temat zrównoważonego rozwoju obszarów miejskich oraz projektowania inteligentnych miast. W ten sposób można tę wiedzę wykorzystać również w innych regionach świata. Wizyta studyjna, jako istotny element tego studium przypadku, pozwoliła na zrozumienie logiki funkcjonowania dobrze zaprojektowanego zeroemisyjnego miasta. Masdar City to klaster czystych technologii w modelu zrównoważonego miasta.

Niejako w sercu Masdar City znajduje się Masdar Institute of Science and Technology. Tę jednostkę naukową, która zdobyła już dużą renomę, charakteryzuje specyfika celów (tabela 2) i rozwiązań. Bardzo istotna jest również ocena funkcjonowania Instytutu dokonana przez osoby prowadzące w nim badania, a więc przez uczestników wywiadu pogłębionego. Uzyskane rezultaty poddano dyskusji.

Masdar Institute of Science and Technology został powołany przez władze Abu Dhabi jako niezależna instytucja non profit, ośrodek prowadzenia bardzo zaawansowanych badań, głównie w kierunku odnawialnej energii oraz innych zrównoważonych technologii. Jest to zarazem jednostka szkolnictwa wyższego zajmująca się kształceniem studentów, w której istotną rolę odgrywają także studia doktoranckie. Masdar Institute of Science and Technology powstał przy wsparciu i współpracy jednej z najbardziej prestiżowych uczelni świata, Massachusetts Institute of Technology (MIT). Jego pracownicy zajmują się głównie badaniami ukierunkowanymi na zagadnienia istotne z punktu widzenia rozwoju Zjednoczonych Emiratów Arabskich oraz regionu Abu Dhabi. Właśnie w bliskiej (także geograficznie) odległości od stolicy tego kraju powstała i szybko się rozwija bardzo interesująca jednostka naukowa, której celem jest również wspieranie dywersyfikacji gospodarczej Emiratów, kształcenie wysoko wykwalifikowanych kadr (kapitału ludzkiego i intelektualnego) w celu transformacji gospodarki opartej na wiedzy aż do wizji określonej do roku 2030. Pracownicy Instytutu koncentrują się na złożonych problemach współczesnej rzeczywistości i przyszłości, wymagających szerokiego, interdyscyplinarnego podejścia. Instytut jest więc źródłem innowacji (ekoinnowacji).

Głównymi obszarami poszukiwania nowych rozwiązań technologicznych są: inteligentne budynki i inteligentne sieci; zielony łańcuch dostaw: zielony dostawca baz danych; czysta infrastruktura transportowa, technologie gromadzenia energii, integracja systemów transportu; technologie informacyjne, zrównoważone systemy zarządzania, inteligentne rozwiązania komunalne; energooszczędne oświetlenie oraz energia ciepła, chłodzenie geotermalne.

Ta jednostka naukowa służy także kształceniu studentów i doktorantów, a szczególnie miejsce zajmuje kształcenie osób wybitnie uzdolnionych. Instytut oferuje możliwości odbycia studiów magisterskich oraz doktoranckich, ale zarazem wykonania kluczowych badań w takich sektorach, jak odnawialne źródła energii, ochrona środowiska, ochrona zasobów wodnych, zaawansowane materiały czy w aspekcie zarządzania zrównoważonym i trwałym rozwojem. Instytut tworzą cztery jednostki organizacyjne:

- Wydział Inżynierii Chemicznej i Ochrony Środowiska (CEE),
- Wydział Mechaniczny i Inżynierii Materiałowej (MME),
- Zakład Systemów Inżynierskich i Zarządzania (ESM),
- Wydział Elektrotechniki i Informatyki (EECS).

Instytut oferuje wiele programów kształcenia na poziomie magisterskim [<https://www.masdar.ac.ae/programs/masters-program>]:

- magister inżynierii chemicznej,

- magister informatyki i nauk informacyjnych,
- magister elektroenergetyki,
- magister zarządzania i inżynierii systemów,
- magister inżynierii materiałowej,
- magister inżynierii mechanicznej,
- magister inżynierii mikrosystemów,
- magister inżynierii środowiska i wody,
- magister zrównoważonej infrastruktury krytycznej.

Szczególne znaczenie w kształceniu i prowadzeniu badań ma funkcjonujący w Instytucie program doktorski [<https://www.masdar.ac.ae/programs/ph-d-program>].

Instytut ma wyraźnie określone cele swojego działania, a także wizję rozwoju (tabela 2). Jakie one są? Uzyskanie statusu uczelni światowej klasy, prowadzącej zaawansowane badania w zakresie czystej i odnawialnej energii, szerzej – dotyczące zrównoważonych technologii. Celem jest również zapewnienie możliwości wykonywania badań, ale także kształcenia akademickiego na światowym poziomie. Zarówno prowadzone badania, jak i kształcenie mają na celu rozwój potencjału ludzkiego w zakresie czystej energii i zrównoważonych technologii. Do priorytetów należy również pobudzanie rozwoju gospodarki opartej na wiedzy, kreowanie kultury innowacyjnej i przedsiębiorczości. Zrealizowanie tych celów pozwoli na trwałe i zrównoważone funkcjonowanie nie tylko Masdar City, ale i całych Emiratów Arabskich zgodnie z zasadami trwałego i zrównoważonego rozwoju.

Jak czuje się w Instytucie doktorant, a jak zarazem mieszkaniec tego miasta? Jakie są jego cele, jak widzi i ocenia cele i zasady swojego miejsca pracy i zamieszkania? Na te pytania uzyskano odpowiedzi w przeprowadzonych wywiadach pogłębionych.

„Praca w Instytucie jest spełnieniem życiowych pasji. Naukowcy, tacy jak my, pracują przy rozwiązywaniu zagadnień i problemów, które trapią większość ludzi na Ziemi. Rozwiązują problemy innych miast funkcjonujących w ciężkich warunkach klimatycznych, dowodzą, że miasto może być w pełni ekologiczne. Co więcej, nasze doświadczenia mają z założenia służyć wszystkim. Tak więc również w Polsce będzie można z nich korzystać. Każdy student i doktorant otrzymuje stypendium, które pozwala na ekonomicznie bezpieczną egzystencję, zapewnia utrzymanie, umożliwia edukację (książki, internet, komputery wyjazdy na stypendia i konferencje praktycznie w dowolne miejsce świata”.

A co w okresie letnim? Czy rzeczywiście klimat stworzony w mieście pozwala w tych trudnych warunkach klimatycznych normalnie funkcjonować? Okres letni w regionie położenia Masdar City jest niemiłosierny. Ale właśnie w tym celu projektowane są niektóre rozwiązania, aby mieszkaniec tego miasta nawet wówczas mógł normalnie funkcjonować. W wielu pracach podawane jest porównanie letnich temperatur w okolicy oraz w mieście i paradoksalnie – to miasto jest najmniej gorącym punktem. Porównanie jest następujące: temperatura powietrza na pustyni wynosi 66°C, w centrum Abu Dhabi 71°C, natomiast w Masdar City w pobliżu zieleni 47°C,

a w okolicach małych zbiorników wodnych, w cieniu odpowiednio skonstruowanych domów 46°C [Masdar City 2011]. Różnica temperatur wynosi ponad 20°C – to jest bardzo dużo i pozwala normalnie funkcjonować mieszkańcom Masdar City w okresie letnim.

Z jakich rozwiązań, wykorzystywanych w Masdar City, mogą skorzystać polskie miasta? Teoretycznie z każdego, ale praktycznie wykorzystanie tylko niektórych może mieć znaczenie w warunkach klimatycznych Polski. Także te najprostsze, jak odpowiednia konstrukcja ulic i budynków, skojarzone wykorzystanie zieleni, wody, cienia (lub odwrotnie – ciepła słońca w okresie zimy). Rozwiązania można zaobserwować, wykonując badania terenowe na ulicach Masdar City, ale wszystkie są też szczegółowo opisane. Najbardziej istotnym założeniem jest możliwość budowy lub przebudowy miasta w każdym miejscu, jako swojego ekosystemu. Proste rozwiązania wymagają otwartych umysłów, myślenia kategoriami bioniki (biomimetyki) i nie muszą być drogie. Podstawowy wniosek wypływający z analizy celów i zasad funkcjonowania Masdar City jest taki, że nawet w skrajnych warunkach klimatycznych można właściwość tego klimatu, pozornie uciążliwego, wykorzystać do budowy inteligentnych miast. Najnowsze rozwiązania technologiczne pozwalają na wykorzystanie ciepła wnętrza Ziemi (geotermia) do ogrzewania, ale i do schładzania pomieszczeń, i dzisiaj nie jest to już paradoks. W Masdar City funkcjonuje właśnie takie rozwiązanie.

Masdar City jawi się więc jako wspaniała enklawa wyjątkowej jakości życia na tle całego otoczenia. To tylko chwyt reklamowy, czy też rzeczywistość? Oczywiście, to są fakty. Nie tylko wspomniana już różnica temperatur, ale cały ekologiczny styl życia zasługują na podkreślenie. Miasto zaopatrywane jest w ekologiczną żywność, woda jest wyjątkowo czysta, w mieście nie ma śladu śmieci, zanieczyszczeń, a czystość powietrza (pozbawionego zanieczyszczeń antropogenicznych) jest zdumiewająca. W mieście tym może być wiele pyłu, wiatr przynosi go z pustyni, ale ten problem też rozwiązano. Ulice bez samochodów i spalin są w pełni bezpieczne dla mieszkańców, czyste i ciche. To troska o człowieka, a nie o samochód, nadaje ton konstrukcji miasta, dyktuje rozwiązania urbanistyczne. Jak już podkreślono, woda w mieście jest także czysta, smaczna – tu, gdzie słodka woda powinna być rzadkim rarytasem. Do pracy związanej z dostarczaniem słodkiej wody wykorzystane będzie Słońce (w każdym miejscu na Ziemi tak jest – energia Słońca powoduje parowanie wody w oceanach i morzach, która następnie dociera nad kontynenty). W przypadku Masdar City to właśnie energia Słońca pochodząca z fotowoltaiki pozwoli na odsalanie niezbędnych ilości wody morskiej. Miasto nie ma najmniejszych problemów z dostępem do otrzymywanej w ten sposób niezbędnej ilości słodkiej wody. Należy jednak podkreślić, że wody się nie marnuje, wszystkie ścieki są gruntownie oczyszczane, woda wraca do obiegu. Każda osoba wizytująca Masdar City widzi ją dookoła. Pustynia pełna wody – wiele lat temu nikomu nawet się to nie śniło. Technologia nie musi nas negatywnie zdominować, odpowiednio zaprojektowana i wykorzystana może być dobrodziejstwem, jedyną drogą do rozwoju w niektórych regionach.

Większość treści obu wywiadów pogłębionych połączono w jeden tekst, ze względu na duże podobieństwo wypowiedzi, aby ukazać logikę myślenia uczestników wywiadu. Pokazuje ona ekologicznie ukształtowaną świadomość badaczy zatrudnionych w Masdar City, a zarazem ich otwartość na światowe problemy dużych miast.

5. Zakończenie

Przeprowadzone wywiady pogłębione na tle wykonanych studiów literaturowych pozwoliły na udzielenie odpowiedzi na postawione pytanie badawcze. Poznano cele i zasady funkcjonowania ekologicznego miasta – do podstawowych celów należy wykorzystanie Masdar Institute of Science and Technology do rozwiązywania problemów miasta zlokalizowanego w bardzo trudnych warunkach środowiskowych (pustynny, suchy, gorący klimat). Miasto jest przykładem, wzorem nie tylko dla Abu Dhabi i całych Zjednoczonych Emiratów Arabskich – jest benchmarkiem także dla miast w Polsce (najnowsze rozwiązanie z zakresu fotowoltaiki i energii geotermalnej, gospodarki odpadami itd.), co podkreślili również uczestnicy wywiadu pogłębionego. Rozwój inteligentny, zrównoważony i trwały powinien być nie tylko możliwością, ale i koniecznością, podstawą idei rozwoju każdego miasta. Jeżeli można go urzeczywistnić w najbardziej skrajnych warunkach, to zapewne także w mniej trudnych uwarunkowaniach i właściwościach miejsca lokalizacji miasta. Stąd też istnieje wiele możliwości przeniesienia ekoinnowacyjnych rozwiązań wykorzystywanych w Masdar City w realia funkcjonowania polskich miast.

Prawdopodobnie modelowym rozwiązaniem w Polsce byłyby lokalizacja ekologicznych miast lub ich dzielnic w bezpośrednim sąsiedztwie parków naukowo-technologicznych (bliskość geograficzna i instytucjonalna ma też swoje znaczenie) lub w sąsiedztwie uczelni generujących tego typu wiedzę i ekoinnowacyjne rozwiązania.

Ideą autorki, już realizowaną, jest przekazywanie tej wiedzy, inspirowanie w miejscu zamieszkania – Rzeszowie. Ale celem artykułu jest znacznie szersze przekazywanie tej inspiracji i wiedzy, jaką znaleziono w badaniach dotyczących studium przypadku Masdar City.

Literatura

- Abdoullaev A., 2011, *A smart world: A development model for intelligent cities*, The 11th IEEE International Conference on Computer and Information Technology, <http://www.cs.ucy.ac.cy/CIT2011/files/SMARTWORLD.pdf> (14.04.2014).
- Alusi A., Eccles R.G., Edmondson A.C., 2011, *Sustainable Cities: Oxymoron or the Shape of the Future?*, Working Paper from the Harvard Business School, December 2010 (Revised March 2011).
- Andersen J.B., Nilsson-Andersen P., 2012, *Case Establishing a Nordic cleantech representation in Masdar City – United Arab Emirates*, Report, Nordic Innovation & Jennie Cato, Swedish Energy Agency.

- Atenor Group, *Masdar City: the first ecological city rises from the sands*, Divercity. Together for a meaningful city, http://ro.atenor.be/dbfiles/mfile/13100/13140/Magazine_EN.pdf (14.04.2014).
- BBC NEWS, 2014, *Tomorrow's cities – How do cities get smarter?*, 23 October, <http://www.bbc.com/news/technology-28694686> (14.04.2014).
- BBC NEWS, 2008, *Work starts on Gulf 'green city'*, 10 February, <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/7237672.stm> (14.04.2014).
- Bohannon Ch. L., 2012, *The Masdar Solution?*, <http://sites.davidson.edu/chailubohannon/wp-content/uploads/2012/04/WRI-101-Short-Argument-Paper.pdf> (14.04.2014).
- Bullis K., 2009, *A Zero-Emissions City in the Desert*, MIT Technology Review.
- Carr M., 2013, *A Brave New World*, The Oxford Communique, December 1, vol. 26, no. 12.
- Cavada M., Hunt D.V.L., Rogers Ch.D.F., 2014, *Smart Cities: Contradicting Definitions and Unclear Measures*, World Sustainability Forum – Conference Proceedings Paper.
- CHOI, K. Hang, *Re-conceptualizing Environmentally Sustainable City*, http://www.kadinst.hku.hk/sd-conf10/Papers_PDF/p562.pdf (14.04.2014).
- Czakon W., 2011, *Podstawy metodologii badań w naukach o zarządzaniu*, Oficyna Wolters Kluwer Polska, Warszawa.
- Delivering Sustainability Report 2012*, Masdar a Mubadala Company, GRI Report, GRI Checked.
- Dziedzic S., Woźniak L., 2013, *Innowacyjna wizja miast – wskazówki dla regionu*, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów.
- Evolution Roadmaps for Smart Cities: Determining Viable Paths*, http://de.teilar.gr/publications/205/Anthopoulos_DigitalCityRoadmap.pdf (14.04.2014).
- Heap T., 2010, *Masdar: Abu Dhabi's carbon-neutral city*, BBC NEWS, 28 March, http://news.bbc.co.uk/2/hi/middle_east/8586046.stm (14.04.2014).
- <https://www.masdar.ac.ae> (13.04.2015).
- <https://www.masdar.ac.ae/programs/masters-program> (13.04.2015).
- <https://www.masdar.ac.ae/programs/ph-d-program> (13.04.2015).
- Jenks M., Jones C., 2010, *Dimensions of the Sustainable City*, Springer Science+Business Media B.V., <http://www.mopt.org.pt/uploads/1/8/5/5/1855409/mikejenks.pdf> (14.04.2014).
- Joss S., 2010, *Eco-Cities — A Global Survey 2009, Part A: Eco-City Profiles*, Governance & Sustainability. Innovating for Environmental & Technological Futures, University of Westminster, May.
- Joss S., 2013, *Tomorrow's City Today Eco-City Indicators*, Standards & Frameworks. Ballagio Conference Report, University of Westminster.
- Joss S., Tomozeiu D., Cowley R., 2011, *Eco-Cities — A Global Survey: Eco-City Profiles*, University of Westminster.
- Lau A., 2012, *Masdar City: A model of urban environmental sustainability*, Social Sciences, http://web.stanford.edu/group/journal/cgi-bin/wordpress/wp-content/uploads/2012/09/Lau_SocSci_2012.pdf (14.04.2014).
- Madichie N.O., 2011, *IRENA – Masdar City (UAE) – exemplars of innovation into emerging markets*, Emerald Group Publishing Limited, vol. 13, no. 6.
- Mahroum S., Alsaleh Y., 2012, *Place Branding, and Place Surrogacy: The Making of the Masdar Cluster in Abu Dhabi*, INSEAD, <http://www.insead.edu/facultyresearch/research/doc.cfm?did=51420> (14.04.2014).
- Marshall T., Müller A., 2012, *Masdar City – CO2 free living in the desert?*, Informationen zur Raumentwicklung, 5/6.
- Latham & Watkins, 2009, *Masdar City Free Zone, Abu Dhabi's Center for Renewable Energy and Clean Technology, is Open for Business*, Corporate Department, 14 September, no. 931.
- Masdar City, 2011, *Exploring the Masdar Institute Campus*, Ver 1 – April.
- Mneimneh F., Srour I., Kaysi I., 2014, *Sustainability Concepts and Technical Criteria: The Case of Eco-city Megaprojects*, International Journal of Architecture, Engineering and Construction, vol. 3, no. 2, June.

- Moir E., Moonen T., Clark G., 2014, *What are future cities? Origins, meanings and uses*, Government Office for Science, Foresight, June.
- Müller Ch., 2010, *Cities of the Future*, Insight International, June, <http://xlgroup.com/~media/9bc114e84661455ea410139fa7737c31.pdf> (14.04.2014).
- Ojo A., Curry E., Janowski T., 2014, *Designing next generation smart city initiatives – harnessing findings and lessons from a study of ten smart city programs*, Complete Research, Twenty Second European Conference on Information Systems, Tel Aviv.
- Oroussoff N., 2010, *In Arabian Desert, a Sustainable City Rises*, New York Times, 25 September, http://www.nytimes.com/2010/09/26/arts/design/26masdar.html?_r=0 (14.04.2014).
- Perkins J., 2009, *The Role of Masdar Initiative and Masdar Institute of Science and Technology in Developing and Deploying Renewable Technologies in Emerging Economies*, ATDF Journal, vol. 5, issue 1/2.
- Rapoport E., 2014, *Utopian visions and real estate dreams: The eco-city past, present and future*, Geography Compass 8/2.
- Rapoport E., Vernay A.-L., 2014, *Defining the eco-city: A discursive approach*, April, http://www.westminster.ac.uk/__data/assets/pdf_file/0009/302859/Rapoport-and-Vernay-paper-2011.pdf (14.04.2014).
- Reiche D., 2010, *Renewable Energy Policies in the Gulf countries: A case study of the carbonneutral „Masdar City” in Abu Dhabi*, Energy Policy, 38.
- Snyder L., 2009, *Masdar City: The Source of Inspiration or Uneconomical Spending?*, http://ucollege.wustl.edu/files/ucollege/imce/iap_snyder.pdf (14.04.2014).
- Stilwell B., Lindabury S., 2008, *Masdar, Final Project for City & Regional Planning 3840, Green Cities*, December, <https://courses.cit.cornell.edu/crp384/2008reports/07MASDAR.pdf> (14.04.2014).
- Tang G., 2010, *Masdar – The Sustainable Desert City: A Theoretical Mirage or a Realistic Possibility?*, Sustainable Architecture and Urban Development.
- Tok E., Al Mohammad F., Al Merekhi M., 2014, *Crafting smart cities in the gulf region: a comparison of Masdar and Lusail*, European Scientific Journal, June, special edition, vol. 2.
- Tok M.E., Mesparren J., Al Merekhi M., Al Ghaish H., Mohamed Ali F., 2014, *Smart cities in Qatar and United Arab Emirates: a comparative analysis*, The Journal of Academic Social Science Studies, Winter I, no. 30.
- Tulloch J., 2009, *Abu Dhabi's Masdar City – The future of urbanization?*, March 25, <http://knowledge.allianz.com/mobility/infrastructure/?445/Abu-Dhabis-Masdar-City---The-future-of-urbanization> (14.04.2014).
- UBM future cities, *How to Become a Smart City: A Beginner's Guide*, http://downloads.deusm.com/ubmfuturecities/How_to_Make_Your_City_Smarter.pdf (14.04.2014).
- Wakefield J., 2013a, *Building cities of the future now*, BBC NEWS, 21 February, <http://www.bbc.com/news/technology-20957953> (14.04.2014).
- Wakefield J., 2013b, *Tomorrow's cities: Do you want to live in a smart city?*, BBC NEWS, 19 August, <http://www.bbc.com/news/technology-22538561> (14.04.2014).
- Whitehead I., 2009, *Models of sustainability? A comparative analysis of ideal city planning in Saltaire and Masdar City*, http://www.socsci.flinders.edu.au/geog/geos/PDF%20Papers/Isabelle%20Whitehead_Models%20of%20sustainability%202.pdf (14.04.2014).
- Willmott D., 2014, *Building the world's first carbon-neutral city*, Smithsonian Magazine, September 22.
- Zhu D., Kung M., Zhou L., 2015, *Analysis of sustainable energy systems in ecovillages: A Review of progress in BedZED and Masdar City*, Low Carbon Economy, 6.