EkoMiasto#Środowisko

Zrównoważony, inteligentny i partycypacyjny rozwój miasta

pod redakcją
Agnieszki Rzeńcy

<http://dx.doi.org/10.18778/7969-576-8.07>

Małgorzata Burchard-Dziubińska*

ADAPTACJA TERENÓW ZURBANIZOWANYCH DO ZMIAN KLIMATU

**Dr hab., prof. nadzw., Uniwersytet Łódzki,
Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny, Katedra Ekonomii
Rozwoju, e-mail: malbur@uni.lodz.pl*

7.1. Zmiany klimatu i ich konsekwencje dla społeczeństwa i gospodarki

Ocieplanie się klimatu to w ostatnich dwudziestu latach bardzo gorący temat naukowych i politycznych dywagacji. Nie powinno to dziwić, gdyż klimat jest jednym z najistotniejszych czynników determinujących funkcjonowanie społeczeństw i gospodarek, a także całego ziemskiego ekosystemu. Jest on zjawiskiem złożonym, najczęściej definiowanym jako całokształt stanów pogody właściwych dla danego obszaru wraz z przeciętnym przebiegiem rocznego rytmu ich zmian w dłuższym okresie. Pod wpływem obserwacji różnych zjawisk i obiektów w klimatologii zaczyna obowiązywać nowy paradygmat „zmiennego klimatu” [Botkin i in., 2001]. Na kształtowanie się klimatu mają wpływ liczne czynniki. Są to zjawiska zachodzące w atmosferze ziemskiej związane z promieniowaniem słonecznym, bilansem energetycznym, obiegiem wody i cyrkulacją powietrza oraz czynniki geograficzne, takie jak: szerokość geograficzna, wysokość nad poziomem morza, rzeźba terenu, charakter podłoża. System klimatyczny obejmuje bowiem całość atmosfery, hydrosfery, biosfery i geosfery i ich wzajemne oddziaływanie.

Trudno zaprzeczyć, że obecnie w coraz większym zakresie na te sfery oddziałuje także człowiek, co skłoniło wielu badaczy do postawienia hipotezy, że jesteśmy „twórcami pogody”, a zmiany klimatu mają pochodzenie antropogeniczne [Flannery, 2007]. Międzyrządowy Zespół do Spraw Zmian Klimatu (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) uznał, że zmiany klimatu „to proces dotyczący jakichkolwiek zmian klimatu w czasie związanych zarówno ze zmianami naturalnymi, jak i będącymi wynikiem działań człowieka” [<http://www.ipcc.ch/>]. Ze względu na trwałość gazów cieplarnianych w atmosferze, nawet gdyby ich ilość ustabilizowała się na poziomie z 2000 r., klimat wciąż będzie się ocieślał [Okruszek, Kijańska, 2009, s. 13].

W niniejszym rozdziale zajmiemy się przedyskutowaniem argumentów za koniecznością podjęcia działań adaptacyjnych do zmian klimatu i wskazaniem możliwych rozwiązań w tej dziedzinie. Nawet biorąc pod uwagę, że wyniki badań naukowych dotyczących przyszłych zmian klimatu są obciążone dużym stopniem niepewności, nie można jednak zupełnie ignorować możliwości sprawdzenia się niekorzystnych scenariuszy.

7.2. Wpływ zmian klimatu na obszary zurbanizowane

7.2.1. Zmiany klimatu a wrażliwość, podatność i adaptacyjność systemów społeczno-gospodarczych

Ze względu na złożoność ziemskiego ekosystemu i mnogość czynników wpływających na klimat trudno precyzyjnie przewidzieć skutki zmian. Naukowcy są jednak zgodni, że w razie globalnego ocieplenia nastąpi [Liszka, Pasierb, 2008, s. 10–12]:

- ▶ podniesienie poziomu wód mórz i oceanów wskutek zwiększania się objętości wody (ekspansja termiczna) i zwiększania się ilości wody przez topnienie lodowców i lądolodów;
- ▶ zmiana stosunków wodnych i warunków upraw rolnych;
- ▶ przyspieszenie topnienia lodowców i lądolodów;
- ▶ przesuwanie się stref klimatycznych i stref upraw;
- ▶ częstsze występowanie katastrof i ekstremalnych zjawisk pogodowych, pojawianie się częstych anomalii pogodowych (takich jak: grad, huragan, deszcze nawalne, długie okresy suszy);
- ▶ zmiana rozkładu opadów oraz ich intensywności;
- ▶ pustoszczenie wielu obszarów;

- ▶ wymieranie niektórych zwierząt i roślin;
- ▶ zmniejszenie się zasobów wody pitnej.

Wszystkie te zjawiska wzajemnie na siebie oddziałują i dlatego trudno przerwać ten łańcuch procesów. Pośrednio lub bezpośrednio dotyczą one także obszarów zurbanizowanych. W różnych ośrodkach badawczych na podstawie prognoz rozwoju gospodarczego, zużycia energii, emisji zanieczyszczeń itp. buduje się scenariusze pozwalające ocenić wpływ zmian klimatu na rozwój społeczno-gospodarczy. Ich celem jest określenie wrażliwości, podatności na zagrożenia i adaptacyjności różnych regionów do zmieniających się warunków klimatycznych [Watson i in., 2001, s. 225].

Wrażliwość wskazuje, czy dany system może zostać dotknięty zarówno w sposób negatywny, jak i pozytywny przez związane z klimatem stymulanty. Zalicza się do nich ogólne charakterystyki klimatu, jego zmienność i wielkości ekstremalne. Efekty mogą być bezpośrednie (np. zmiany plonów) lub pośrednie (np. straty wywołane zwiększoną częstością susz lub powodzi czy podniesieniem poziomu morza).

Podatność na zagrożenia określa granice zdolności systemu do radzenia sobie z niekorzystnymi efektami zmian klimatycznych, włączając w to zmienność klimatu i wielkości ekstremalne. Podatność ta zależy od charakteru, wielkości i tempa zmian, na jakie system jest wystawiony, jego wrażliwości i zdolności adaptacyjnych.

Adaptacyjność oznacza zdolność do przystosowania się do zmian klimatu, włączając w to jego zmienność i wielkości ekstremalne, przez powstrzymywanie potencjalnych strat, czerpanie korzyści z szans, jakie niesie z sobą i radzenie sobie z konsekwencjami.

Konsekwencje zmian klimatu w poszczególnych regionach świata są bardzo zróżnicowane. Dotyczy to również zlokalizowanych tam miast. Spowodowane jest to przez czynniki przyrodnicze i przez poziom dotychczasowego rozwoju. Generalnie można stwierdzić, że w regionach słabo rozwiniętych pod względem gospodarczym możliwości adaptacyjne systemów ludzkich oceniane są jako niskie ze względu na brak zasobów finansowych i technicznych. Podatność na negatywne czynniki jest znaczna z racji ubóstwa, uzależnienia rolnictwa od opadów deszczu i częstych susz lub powodzi. Efektem jest zagrożenie obniżeniem plonów zbóż, a to zagraża bezpieczeństwu żywnościowemu. Dotyczy to w pierwszej kolejności ubogich krajów Afryki, Azji i Ameryki Łacińskiej. Ich mieszkańcy właściwie pozostają bezbronni wobec ekstremalnych zjawisk pogodowych ze względu na brak technicznych środków ochrony i przestrzegania przed atakami żywiołów. Brak odpowiednich systemów ubezpieczeń dodatkowo utrudnia przezwyciężenie negatywnych konsekwencji gospodarczych i społecznych. Regiony wysoko rozwinięte generalnie wykazują znacznie niższą podatność na zmiany klimatu i wyższą adaptacyjność do nowych warunków wynikające zarówno z możliwości finansowych, jak i technicznych. Odnosi się to również do zagrożeń związanych z rozprzestrzenianiem się niektórych chorób, pasożytów i szkodników. Trzeba podkreślić, że wysoka gęstość zaludnienia na obszarach zurbanizowanych czyni je wyjątkowo podatnymi na rozprzestrzenianie się chorób i epidemie niezależnie od poziomu rozwoju. Miasta w krajach wysoko rozwiniętych są niewątpliwie lepiej przygotowane do radzenia sobie z różnymi zagrożeniami od tych w krajach słabo rozwiniętych, ale to właśnie w uboższych rejonach świata obserwuje się gwałtowny rozrost metropolii.

Postępujące procesy urbanizacji mają charakter złożony i przejawiają się na różnych płaszczyznach, z których, z uwagi na zmiany klimatyczne, dwie mają szczególne znaczenie. Są to płaszczyzna demograficzna i przestrzenna. Pierwsza z nich dotyczy wzrostu liczby ludności miejskiej na skutek przemieszczania się ludności ze wsi do miast, jak i naturalnego przyrostu. Efektem jest rosnąca koncentracja ludności w miastach, mierzona współczynnikiem urbanizacji określającym procentowy udział

mieszkańców miast w ogólnej liczbie ludności. Współczynnik ten jest zróżnicowany pomiędzy kontynentami i krajami, ale wszędzie na świecie wykazuje tendencję rosnącą. W 2014 roku najbardziej zurbanizowanym kontynentem była niewątpliwie Australia, gdzie 88,9% ludności mieszkało w miastach (zaliczana w statystykach ONZ do Oceanii spada na dalszą pozycję). Ameryka Północna miała współczynnik urbanizacji na poziomie 82%, Ameryka Łacińska i Karaiby 80%, Europa 73%, Afryka 40% i Azja 48%. W kolejnych dekadach proces urbanizacji najszybciej będzie postępować w Afryce i Azji. Oczekuje się, że w 2050 roku współczynnik urbanizacji będzie na tych kontynentach wynosić odpowiednio 56 i 64%, co oznacza, że z oczekiwanego przyrostu liczby mieszkańców miast o 2,5 mld blisko 90% przypadnie na te dwa kontynenty. Pomimo obecnie niskiego współczynnika urbanizacji na terenie Azji mieszka aż 53% ludności miejskiej świata.

Wzrostowi współczynnika urbanizacji towarzyszy rozrastanie się miast. W latach 50. XX wieku jedynym miastem liczącym ponad 10 mln mieszkańców był Nowy Jork. W 2014 roku takich miast było 28, przy czym największe z nich – Tokio – liczyło 37,7 mln mieszkańców, kolejne 7 (Delhi, Szanghaj, Mexico City, São Paulo, Bombaj, Osaka, Pekin) przekroczyły liczbę 20 mln, a aż 71 miast miało populację ponad pięciomilionową. Zgodnie z przewidywaniami ONZ w 2030 roku liczba miast z populacją większą niż 10 mln wyniesie 41 [*World Urbanization Prospects 2014 Revision*, s. 26–27]. Cechą charakterystyczną obecnie zachodzącej urbanizacji jest bardzo szybkie, często niekontrolowane rozrastanie się miast w krajach słabiej rozwiniętych. W latach 2014–2050 oczekuje się, że 37% wzrostu liczby ludności miejskiej na świecie przypadnie na trzy kraje: Indie, Chiny i Nigerię, gdzie odpowiednio przybędzie 404 mln, 292 mln i 212 mln mieszkańców miast [WUP, 2014, s. 5]. Przewiduje się, że do 2050 roku 82% Europejczyków będzie mieszkało w miastach, co oznacza przyrost ludności miejskiej o 36 mln. W Polsce ludność miejska stanowi 61,1% populacji i liczba mieszkańców miast spada – od 2000 roku o 360 tys. Rośnie natomiast powierzchnia miast – od 2000 roku zwiększyła się o 308 km².

Lokalizacja miast, jak też charakter ich rozwoju będą w przyszłości mieć istotne znaczenie dla możliwości adaptacji do zmian klimatycznych i związanych z nimi zagrożeń ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi. Najpoważniejsze problemy związane ze zmianami klimatycznymi, jakie występują na terenach zurbanizowanych, obejmują:

- ▶ nadmiar wody (powódzie);
- ▶ niedobór wody i susze;
- ▶ fale gorąca;
- ▶ przerwanie ciągłości dostaw energii, żywności i wody z zewnętrznego otoczenia miast;
- ▶ rozprzestrzenianie się chorób i epidemie wywołane ekspansją wektorów chorób.

7.2.2. Nadmiar wody na terenach zurbanizowanych

Nadmiar wody powoduje różnego rodzaju powódzie: rzeczne, błyskawiczne, przybrzeżne (związane ze sztormami i z erozją brzegów), związane z podnoszeniem się poziomu wód gruntowych lub niewydolnością miejskich sieci kanalizacyjnych i burzowych. Z wyjątkiem powodzi wywołanych przez sztormy, kiedy woda morską wdziera się w głąb lądu i do ujść rzek, pozostałe są powodowane przez gwałtowne lub długotrwałe opady bądź topnienie nagromadzonego śniegu i lodu. Do niedawna miasta budowały głównie infrastrukturę ochronną przed powodzią spowodowanymi przez rzeki (wały przeciwpowodziowe). Obec-

nie coraz częściej problemem są powodzie błyskawiczne, podczas których gwałtowne, czasem zaledwie kilkunastominutowe deszcze nawalne powodują podtapianie całych połaci miasta, a rwące potoki wody płyną ulicami do niższej położonych dzielnic. Należy liczyć się z tym, że zmiany klimatu i związane z nimi częstsze niż w przeszłości ekstremalne zjawiska pogodowe będą nasilać tego typu zagrożenia. Pewien wpływ na ten stan rzeczy mają też czynniki o charakterze hydrologicznym lub antropogenicznym. Sytuację komplikują: powiększanie powierzchni terenów zurbanizowanych, chaotyczne „rozlewianie” się miast przy niedorozwoju ochronnej infrastruktury technicznej, błędy w planowaniu przestrzennym związane z zabudową terenów zalewowych czy betonowaniem koryt cieków wodnych, zabudowa i uszczelnianie powierzchni kosztem powierzchni biologicznie czynnych.

O skali powodzi miejskiej i jej gwałtowności decydują:

- ▶ natężenie opadów w mieście i/lub w regionie dorzecza rzeki, nad którą leży miasto;
- ▶ słabo przepuszczalne podłoże, co powoduje gromadzenie się wody na powierzchni i zwykle szybki spływ ulicami do lokalnych „kolektorów” odpływu, np. wykopów, tuneli, kanałów i różnych obniżeń terenu;
- ▶ bagatelizowanie hydrologicznych aspektów zagospodarowania miast.

Dodatkowymi czynnikami przyspieszającymi proces formowania się powodzi miejskich są:

- ▶ nastawienie na jak najszybsze odprowadzenie wody poprzez sieć kanalizacji burzowej;
- ▶ błędy w planowaniu przestrzennym;
- ▶ zaniedbywanie retencji i zagospodarowywania wód w miejscu opadu;
- ▶ duże spadki terenu.

Największe straty ekonomiczne spodziewane są w związku z podniesieniem się poziomu wód morskich i oceanicznych. W ostatnich 20 latach poziom ten podniósł się 2–3 mm rocznie. Estymacja wzrostu poziomu oceanu do 2100 roku była przeprowadzona dla różnych scenariuszy rozwoju, różnych wielkości emisji gazów cieplarnianych i stosowanych działań ochronnych. Jeśli temperatura wzrośnie w tym okresie o 3°C w porównaniu z rokiem 1980, to poziom wód może podnieść się od 66 do 216 cm. Wielkość ta obejmuje jedynie rozszerzalność termiczną wody bez uwzględnienia topnienia lodowców Grenlandii i Antarktydy. Spowoduje to zmianę przebiegu linii brzegowej, zalanie obszarów o znacznej produktywności rolnej, często charakteryzujących się także wysoką urbanizacją. Może stanowić poważne zagrożenie dla funkcjonowania portów, obiektów przemysłowych i infrastruktury technicznej miast i regionów nadmorskich. Zniszczeniu mogą ulec tereny atrakcyjne turystycznie i pomniki dziedzictwa kulturowego ludzkości. Dotyczy to wielu miast świata, między innymi: Nowego Jorku, San Francisco, Hongkongu, Tokio, Szanghaju, Wenecji, Gdańska. Wielkie niebezpieczeństwo grozi też leżącym nad morzami i oceanami terenom nizinnym, a szczególnie deltom i depresjom, które stanowią zaplecze rolne dla rozrastających się miast i metropolii. Tereny takie jak Floryda czy delta Missisipi w USA, Holandia, delta Nilu, Bangladesz lub polskie Żuławy mogą zostać zalane nagle, podczas sztormu przy wyższym stanie wody. Prowadzenie akcji ratunkowej w takich warunkach byłoby szczególnie trudne. Problemem jest nie tylko zagrożenie życia ludzkiego i infrastruktury – zalewająca ląd słona woda prowadzi do degradacji obszarów rolniczych, niszczy pokłady wodonośne i studnie. Warto pamiętać, że na terenach do 1 m n.p.m. żyje ponad 200 milionów ludzi. To potencjalni uchodźcy [<http://ziemianarozdrozu.pl/encyklopedia/90/wzrost-poziomu-oceanow>] [dostęp 16.06.2016].

Powodzie miejskie destrukcyjnie wpływają na zabudowę, infrastrukturę transportową, funkcjonowanie sieci energetycznych, wodno-kanalizacyjnych i gazowych, powodują straty w sektorze biznesu, stwarzają zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi, generują wzmożony popyt na usługi służb ratowniczych. Zwiększanie odporności miast na zagrożenia powodziowe powinno opierać się na prawidłowym rozpoznaniu lokalnej specyfiki i opracowaniu odpowiedniej strategii postępowania na wypadek powodzi. Biorąc pod uwagę wysokość strat społecznych i materialnych związanych z powodziami miejskimi, postuluje się połączenie działań inwestycyjnych z organizacyjno-planistycznymi, a zwłaszcza:

- ▶ odejście od dziewiętnastowiecznego podejścia polegającego na jak najszybszym odprowadzaniu wody z terenów zurbanizowanych na rzecz jej retencji i wykorzystania do poprawy warunków życia w mieście;
- ▶ zmianę kryteriów planowania przestrzennego w zakresie użytkowania terenów i ich zabudowy i rekompensowania utraty naturalnej retencji (roślinnej i gruntowej);
- ▶ nadanie należytej roli kwestiom ochrony środowiska przyrodniczego na terenach zurbanizowanych w celu regulacji stosunków wodnych wspomagających obniżanie podatności terenów na małe i średnie zagrożenia powodziowe;
- ▶ przywiązywanie większej wagi do przedsięwzięć pozainwestycyjnych, głównie z zakresu planowania przestrzennego na poziomie dorzeczy oraz zarządzania;
- ▶ aktualizację i zwiększenie dostępności informacji na temat lokalizacji terenów zagrożonych powodzią (mapy zagrożeń i ryzyka) oraz silny nacisk na wykorzystywanie tych informacji;
- ▶ ograniczanie a nawet likwidację istniejącej zabudowy na terenach zagrożonych powodzią;
- ▶ merytoryczne przygotowanie osób zarządzających wodami i ochroną przeciwpowodziową do sprawowania powierzonych im funkcji;
- ▶ podniesienie społecznej wrażliwości na zagrożenia powodziowe.

7.2.3. Niedobór wody i susze

Kolejne problemy miast wynikające ze zmian klimatu związane są niedoborem wody i suszą. Pierwszy z nich dotyczy sytuacji utrzymywania się przez dłuższy czas nierównowagi pomiędzy popytem na wodę a dostępnymi naturalnymi jej zasobami. Może to być spowodowane skąpyimi (kurczącymi się) zasobami wody w regionie, niskimi opadami, wzrostem zapotrzebowania na wodę w związku z powiększaniem się liczby mieszkańców, wodochłonnym modelem konsumpcji, użytkowaniem wody przez rolnictwo i przemysł. Może także dojść do zanieczyszczenia wód, co ograniczy dostęp do odpowiednio obfitych zasobów czystej wody, a te – jak wiadomo – są kluczowe dla egzystencji każdego miasta.

Susza oznacza natomiast okresowy spadek dostępności wody. Rozróżnia się suszę meteorologiczną (wywołaną przez niedostatek opadów), hydrologiczną (związaną z niskim poziomem wód w rzekach i nienormalnie niskim poziomem wód gruntowych) i suszę glebową (wywołaną przez niską wilgotność gleb). Pierwotną przyczyną susz jest zazwyczaj deficyt opadów w regionie. Jeśli towarzyszy temu fala gorąca, to rośnie parowanie, co dodatkowo zaostrza problem. Generalnie susze są wywołane przez zjawiska pogodowe, natomiast niedobory wody zależą w dużej mierze od gospodarowania dostępnymi zasobami. Zaopatrzenie w wodę z reguły pochodzi z najbliższego otoczenia miasta, choć zdarzają się już sytuacje, że woda jest transportowana z odległych regionów nie tylko rurociągami, ale nawet tankow-

cami lub też odsalana jest woda morska. Miasta konkurują o wodę głównie z rolnictwem i sektorem energetycznym, ale również z użytkownikami z innych sektorów, co w warunkach niedoborów wody staje się trudnym do rozwiązania problemem. Okresowo niedobory mogą się nasilać, np. w regionach turystycznych w szczycie sezonu.

Dotkliwe susze pustoszą wiele regionów świata o znacznym zagęszczeniu ludności miejskiej, a także mających duże znaczenie dla produkcji żywności. Przewiduje się, że zmiana klimatu w Europie spowoduje nasilenie się niekorzystnych tendencji w zakresie dostępu do wody. Odczują to mieszkańcy miast zwłaszcza na południu kontynentu i w Europie Środkowej i Wschodniej, choć może to dotknąć także niektóre regiony w części zachodniej. Rok 2015 zapisze się w pamięci Polaków jako wyjątkowo gorący i suchy. Kraje takie jak Hiszpania, Grecja czy Włochy już teraz liczą straty z powodu susz w miliardach euro. A sytuacja może stać się dużo poważniejsza. W Hiszpanii notowany wzrost temperatury jest dwa razy wyższy od średniej światowej. W Ameryce Północnej panująca od czterech lat susza pustoszy obszar Kalifornii, gdzie obserwuje się nawet zapadanie się gruntu. Tempo jego obniżania wynosi w niektórych miejscach 0,5 m rocznie, a powstające rozpadliny i pęknięcia generują dodatkowe problemy i koszty. Wprowadzono restrykcje w dostępie do wody, zakaz podlewania ogrodów, mycia samochodów i napełniania basenów. W niektórych miastach woda płynie do mieszkań przez kilka godzin dziennie. Kolejnym przykładem miasta dotkniętego problemem suszy jest brazylijskie São Paulo. Poziom wody w zbiorniku Cantareira, będącym rezerwuarem wody dla miasta, jest niebezpiecznie niski. Kilka dni opadów, które w samym São Paulo spowodowały nawet powódź, nie przywróciły poziomu wód w zbiornikach do bezpiecznych poziomów. Władze Singapuru planują potrojenie recyklingu wody i dziesięciokrotne zwiększenie pozyskiwania wody w procesie odsalania. W tym celu nawiązano już kontakty biznesowe m.in. z General Electric Co. i Siemens AG, aby przy ich udziale powołać lokalne przedsiębiorstwa uzdatniające wodę morską [<http://www.bloomberg.com/news/articles/2014-02-27/drought-threatens-s-e-asia-food-price-gains-amid-haze> dostęp 12.06.2015].

Wobec podobnych wyzwań stoją też władze Malezji, Indonezji czy Australii. W wielu miejscach konieczne było wprowadzenie racjonowania wody. Sytuację komplikują szalejące pożary lasów. W australijskim stanie Queensland z ludnością miejską liczącą 3,765 mln, ale o współczynniku urbanizacji wynoszącym 86,9%, susza pociągnęła za sobą wielomilionowe straty nie tylko wśród producentów żywności. Premier Australii obiecał pomoc finansową w wysokości 320 mln dolarów australijskich (286 mln USD) i dodatkowo 12 mln na rozwój odpowiedniej infrastruktury wodnej [BBC NEWS, *Australia's Queensland hit by record drought*, 7.03.2014, <http://www.bbc.com/news/world-asia-26478489> dostęp 14.06.2015]. Przez klęski suszy w tzw. Rogu Afryki ucierpieli głównie mieszkańcy Somalii, Etiopii, Kenii, Dżibuti, Sudanu i Ugandy.

Poważne konsekwencje społeczne i gospodarcze należy wiązać również z topnieniem lodowców górskich dających początek wielu rzekom. Przykładowo lodowce himalajskie w dużej mierze zasilają wodami ablacyjnymi rzeki, w zasięgu których żyją i gospodarują 2 mld ludzi w Chinach, Indiach, Bangladeszu i Pakistanie [Larmer, 2010; Bartnik, Jokiel, 2012].

Z przytoczonych przykładów wynika, że praktycznie niemożliwe jest uniknięcie susz i ich dotkliwych skutków wywołanych wieloletnim deficytem opadów i podwyższonymi temperaturami [Jankowski, Wita, 2009]. Działania zaradcze polegają na:

- ▶ odpowiednim zarządzaniu ekosystemami w skali regionalnej, zwłaszcza w systemach dorzeczy;

- bilansowaniu zasobów wodnych;
- budowaniu systemów retencji spowalniających spływ i pozwalających magazynować pewne zapasy wody do wykorzystania w okresach jej niedoborów;
- ochronie lasów i terenów podmokłych;
- przewidywaniu hydrologicznych skutków melioracji i działalności górniczej, aby nie dopuścić do „ucieczki” wód podziemnych i gruntowych i zasolenia gleb;
- budowaniu odpowiedniej infrastruktury i wdrażaniu rozwiązań pozwalających oszczędzać wodę (np. krany z perlatozem, spłuczki toaletowe wykorzystujące szarą wodę);
- odsalaniu wody morskiej;

7.2.4. Fale gorąca

Kolejnym dotkliwym dla mieszkańców miast problemem związanym z globalnym ociepleniem są fale gorąca wzmagające efekt oddziaływania miejskich wysp ciepła (*Urban Heat Island* – UHI). W wielu regionach świata coraz częściej obserwuje się wzrost liczby dni z ekstremalnie wysokimi temperaturami przekraczającymi wieloletnie średnie. Fale gorąca pogarszają jakość życia w mieście, stwarzają zagrożenia dla zdrowia i życia ludności, mogą także zakłócać funkcjonowanie sieci energetycznych i transportowych. Powodują zwiększony popyt na energię elektryczną do zasilania systemów klimatyzacji, z których ciepło wyprowadzane na zewnątrz obiektów dodatkowo podnosi temperaturę.

Miejska wyspa ciepła jest zjawiskiem meteorologicznym polegającym na utrzymywaniu się w przestrzeni miejskiej wyższych temperatur niż na otaczających ją obszarach niezabudowanych. Nagrzewające się mury zabudowań, jezdnie i chodniki kumulują ciepło, co przy braku swobodnego przewietrzania i niskiej wilgotności powoduje długotrwałe utrzymywanie się wyższych temperatur w porównaniu z otoczeniem [Fortuniak, 2003]. W skrajnych przypadkach mikroklimat miejski staje się zbliżony do klimatu pustyni kamienistej. Intensywność miejskiej wyspy ciepła mierzy się różnicą temperatury pomiędzy miastem a obszarami podmiejskimi. W dużych miastach amerykańskich i europejskich może ona dochodzić nawet do 10–15°C. Szczyt oddziaływania przypada na godziny nocne. Jedną z największych miejskich wysp ciepła jest zlokalizowana w Tokio. Wywiera ona wpływ na klimat, np. siłę i kierunki wiatrów oraz ilość opadów, w całym otoczeniu Zatoki Tokijskiej.

Działania adaptacyjne do warunków stresu cieplnego obejmują wykorzystanie szarej i niebiesko-zielonej infrastruktury. W przypadku szarej infrastruktury chodzi o zapewnienie chłodu w budynkach i cienia w przestrzeni miejskiej. W tym celu stosuje się działania pasywne:

- odpowiednią konstrukcję budynków z izolacją termiczną ścian i okien;
- montaż żaluzji i markiz;
- budowę osłoniętych od słońca traktów pieszych z dobrą naturalną wentylacją;
- odpowiednie planowanie przestrzenne dostosowane do lokalnej specyfiki, umożliwiające wykorzystanie naturalnych sposobów przewietrzania miasta i działania aktywne: miejskie/dzielnicowe systemy chłodzenia sieciowego (zamiast indywidualnych klimatyzatorów).

Bardzo dobre rezultaty w przeciwdziałaniu stresowi cieplnemu w miastach daje zastosowanie niebiesko-zielonej infrastruktury. Tereny zielone – parki, skwery, zieleńce, ogrody i ogródki działkowe – poprawiają mikroklimat miasta i przełamują monotonię zabudowy. Z powodzeniem mogą być uzupełniane przez zielone dachy i ściany (ogrody wertykalne), zieleni na balkonach i tarasach oraz elementy związane

z wodą – stawy, oczka wodne, fontanny, kanały i oczywiście rzeki. Roślinność zapewnia efekt chłodzenia przez zacienianie i zwiększone parowanie, zielone ściany i dachy stanowią dodatkową izolację termiczną. Tereny zielone mogą pełnić także funkcje rekreacyjne i regulacyjne w odniesieniu do mikroklimatu, retencji wody i oczyszczania powietrza. Służą również podtrzymywaniu bioróżnorodności, dając schronienie ptakom, owadom i innym przedstawicielom fauny. Odpowiednio zaprojektowana niebieska infrastruktura pozwala „zatrzymać” w miastach wodę deszczową, co w okresach suszy może łagodzić pojawiające się deficyty i chronić przed powodzią w okresach wzmożonych opadów. Zrównoważone gospodarowanie wodą powinno współgrać z utrzymaniem terenów zielonych.

Działania adaptacyjne w miastach powinny objąć również planowanie i rozwój odpowiednich systemów wsparcia mieszkańców w czasie upałów w zakresie zaopatrzenia i pomocy medycznej, gdyż gorąco stanowi bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia i życia, zwłaszcza dzieci, osób starszych lub cierpiących na schorzenia układu krążenia [Heatwaves..., 2015]. Do poprawy miejskiego klimatu przyczynia się także dobrze funkcjonujący transport zbiorowy, eliminujący z ruchu pojazdy indywidualne o napędzie spalinowym.

7.2.5. Przerwanie ciągłości dostaw energii, wody i żywności

Ekstremalne zjawiska pogodowe, takie jak fale upałów, susze, deszcze nawalne, powodzie, huragany i trąby powietrzne mogą doprowadzić do przerwania ciągłości dostaw energii i wody z zewnętrznego otoczenia miast oraz wpłynąć na produkcję i zaopatrzenie w żywność. W ogromnej mierze miasta pozostają zależne od swojego otoczenia zewnętrznego. Wobec nasilania się zagrożeń będących konsekwencją zmian klimatu warto projektować systemy zwiększające odporność miasta na oddziaływanie takich niekorzystnych czynników. Proponuje się inwestowanie w odnawialne źródła energii na terenie miasta. Mogą to być zwłaszcza instalacje fotowoltaiczne, biogazownie, pompy ciepła, małe turbiny wiatrowe lub geotermia. Miasta położone nad rzekami mogą również stawiać na rozwój hydroenergetyki. Korzystne mogą być także rozwijanie rolnictwa miejskiego i produkcja żywności w ogrodach działkowych. Są to działania ważne z punktu widzenia zrównoważonego rozwoju miasta, gdyż łączą ochronę klimatu i rozwój gospodarki niskoemisyjnej z funkcjami społecznymi i ekonomicznymi.

7.2.6. Rozprzestrzenianie się chorób przenoszonych przez wektory

Zmiany w środowisku będące skutkiem globalnego ocieplenia ułatwiają również rozprzestrzenianie się chorób przenoszonych przez wektory. Tym mianem określa się różnego typu choroby zaraźliwe, wywoływane przez patogeny przenoszone przez stawonogi lub innych biologicznych pośredników. Wektor jest krytycznym ogniwem w przenoszeniu choroby i cechuje się, przynajmniej częściowo, pasożytniczym stylem życia. Przenoszenie choroby odbywa się głównie podczas ssania krwi przez zarażonego owada lub pasożytujące roztocze. Może mieć także miejsce w przypadku połknięcia zarażonego organizmu przenosiela lub gdy dojdzie do zanieczyszczenia rany kałem wektora zawierającym materiał zaraźliwy. Wektorami są przykładowo komary, kleszcze, pchły, wszy, roztocze. Przykładem choroby przenoszonej przez wektory jest malaria, odpowiedzialna za ponad milion zgonów rocznie. Wektorem malarii jest ok. 80 różnych gatunków komarów z rodzaju *Anopheles*. Występowanie tej choroby zależy od zasięgu występowania komarów przenoszących pasożyta, które do rozwoju i rozmnażania się wymagają temperatury powietrza

16–33°C, a średniej wilgotności względnej powyżej 60%. W temperaturze powietrza poniżej 10°C larwy komarów nie rozwijają się, a przy temperaturach 10–16°C rozwijają się wolniej i wykazują mniejszą żywotność. Ze względu na niższą temperaturę i niższą wilgotność powietrza do zakażeń malarią rzadko dochodzi na wysokościach powyżej 2000–2500 m n.p.m., jednak ocieplanie się klimatu spowodowało zwiększenie zasięgu występowania komarów z rodzaju *Anopheles*.

7.3. Uwarunkowania polityczne adaptacji do zmian klimatu

7.3.1. Działania na rzecz ochrony klimatu na świecie – zarys problematyki

Działania na rzecz ochrony klimatu stały się stałym elementem międzynarodowej współpracy politycznej w latach 80. XX wieku. Kwestia ta zyskała na znaczeniu dzięki podpisaniu w 1992 roku *Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu* i towarzyszącego jej *Protokołu z Kioto* z 1997 roku. Dotychczasowe doświadczenia pozwalają wysnuć mało optymistyczny wniosek co do skuteczności podejmowanych dotąd działań związanych z realizacją postanowień konwencji i protokołu będącego jej praktycznym uszczegółowieniem. Strategiczny cel polega na niedopuszczeniu do końca XXI wieku do wzrostu średniej temperatury na Ziemi o więcej niż 2°C. Celem pośrednim wynikającym z *Protokołu z Kioto* było zmniejszenie w latach 2008–2012 globalnej emisji gazów cieplarnianych o 5,2% w stosunku do poziomu z 1990 roku. Coroczne szczyty klimatyczne nie doprowadziły do przyjęcia powszechnie akceptowanych ustaleń co do konkretnych działań adresowanych do wszystkich państw świata. W 2012 roku – czyli ostatnim roku okresu rozliczeniowego dla *Protokołu z Kioto* – emisje były o 20% większe niż 2000 roku i około 14% większe niż dopuszczalny limit, przy którym można było jeszcze mieć nadzieje na utrzymanie wzrostu temperatury poniżej 2°C. Zdaniem Międzynarodowej Agencji Energetycznej (International Energy Agency – IEA) jest już za późno, aby się to udało. Pewne nadzieje wiąże się z podpisaniem w Paryżu w grudniu 2015 roku nowego porozumienia. Czas pokaże, na ile społeczność międzynarodowa włączy się w akcję na rzecz ochrony ziemskiego klimatu i czy będzie ona skuteczna. Tymczasem pojawiające się z coraz większą częstotliwością i natężeniem zjawiska pogodowe skłaniają do podejmowania działań adaptacyjnych.

7.3.2. Polityka adaptacyjna do zmian klimatu Unii Europejskiej

Komisja Europejska, niezależnie od aktywności na rzecz rozwoju gospodarki niskoemisyjnej i przeciwdziałania zmianom klimatycznym w ramach pakietu klimatyczno-energetycznego, publikacją w 2007 roku zielonej księgi *Adaptacja do zmian klimatycznych w Europie – warianty działań na szczeblu UE* zainicjowała zakrojone na szeroką skalę konsultacje [COM(2007)354]. Towarzyszyły im dalsze badania, wsparcie dla inicjatyw międzynarodowych w ramach *Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu*, w tym współpracy z krajami rozwijającymi się. Propozycje działań przedstawione zostały w komunikacie *W kierunku ogólnego porozumienia kopenhaskiego w sprawie zmian klimatu* [COM(2009)39]. W 2009 roku KE opublikowała białą księgę *Adaptacja do zmian klimatu: europejskie ramy działania* [COM(2009)147]. Dotyczy ona zagadnień związanych z możliwościami zmniejszenia wrażliwości UE na oddziaływanie zmian klimatu w powiązaniu z inwestowaniem w gospodarkę niskoemisyjną. Białej księdze towarzyszyły trzy dokumenty sektorowe dotyczące kwestii wody, wybrzeży i morza [SEC(2009)386], zdrowia [SEC(2009)416] i rolnictwa [SEC(2009)417]. Zwrócono tym samym uwagę

na wieloaspektowość problematyki. Podkreślono, że jednym ze sposobów radzenia sobie ze zmianami klimatu mogą być strategie zarządzania zasobami i ekosystemami, zwłaszcza wodami i gruntami, w celu wykorzystania naturalnego potencjału do adaptacji do zmian klimatu. KE dała temu wyraz w komunikacie *Wspólnotowe podejście do zapobiegania klęskom żywiołowym oraz katastrofom spowodowanym przez człowieka* [COM(2009)82]. Za niezbędne uznano włączenie zagadnień związanych z adaptacją do zmian klimatu do poszczególnych dziedzin, w tym poprawę zdolności adaptacji w ramach polityki zdrowotnej i społecznej, sektora rolnictwa i leśnictwa, różnorodności biologicznej, ekosystemów i wody, obszarów przybrzeżnych i morskich, systemów produkcyjnych i infrastruktury [COM(2009)147]. Wskazano na konieczność opracowania przez poszczególne sektory szacunków dotyczących kosztów środków adaptacyjnych, tak aby mogły one zostać uwzględnione w przyszłych decyzjach finansowych.

Jednym z kierunków postulowanych działań było zbadanie możliwości optymalizacji wykorzystania ubezpieczeń i innych produktów związanych z usługami finansowymi. Przykładowo chodziło o określenie, czy niektóre podmioty prywatne lub sektory świadczące usługi publiczne powinny zostać objęte obowiązkowym, standardowym ubezpieczeniem związanym z pogodą. W przypadku gdy ubezpieczenie nie byłoby możliwe na typowych warunkach, postulowano wspieranie ubezpieczeń ze środków publicznych. Rozważa się także wspieranie rozwoju ubezpieczeń ogólnoeuropejskich, które mogłyby uzupełnić lub zastąpić systemy krajowe w odniesieniu do ryzyk pogodowych. Postulowano również wykorzystanie do celów adaptacji do zmian klimatu 50% środków pochodzących z aukcji uprawnień do emisji gazów cieplarnianych w ramach europejskiego systemu handlu uprawnieniami do emisji. Przewiduje się, że będzie to miało istotne znaczenie w podziale kosztów pomiędzy sektor publiczny a prywatny.

W dniu 16 kwietnia 2013 roku UE przyjęła *Strategię w sprawie adaptacji do zmian klimatu* [COM (2013)216]. Było to naturalną konsekwencją konstatacji, że wiele sektorów gospodarki bezpośrednio zależy od warunków klimatycznych i zmagają się ze skutkami zmiany klimatu, zwłaszcza w takich obszarach jak rolnictwo, leśnictwo, turystyka nadmorska i zimowa, zdrowie i rybołówstwo. Narażone są też główne służby użyteczności publicznej, takie jak dostawcy energii i wody. Negatywnych skutków zmiany klimatu doświadczają także ekosystemy i świadczone przez nie usługi. Nasila się proces utraty różnorodności biologicznej i zmniejsza zdolność do buforowania naturalnych ekstremalnych zjawisk pogodowych. Zmiany klimatu oddziałują na dostępność i jakość podstawowych zasobów naturalnych, zwłaszcza wody i gleb, przekładając się w istotny sposób na warunki prowadzenia działalności rolnej, niektórych rodzajów produkcji przemysłowej oraz zaopatrzenia ludności. Głównym celem strategii adaptacji do zmian klimatu jest przyczynianie się do tego, by Europa była bardziej odporna na zjawiska związane z tą zmianą. Oznacza to zwiększenie gotowości i zdolności do reagowania na skutki zmiany klimatu na szczeblu lokalnym, regionalnym, krajowym i unijnym, opracowanie spójnego podejścia i poprawę koordynacji. Strategia koncentruje się na trzech celach szczegółowych:

- 1) wspieraniu krajów i miast w przygotowywaniu planów dostosowania się do zmian klimatu poprzez wymianę informacji na temat dobrych praktyk, wykorzystanie doświadczeń ze współpracy miast, które dobrowolnie zobowiązały się do poprawy jakości życia mieszkańców dzięki realizacji celów UE w zakresie energii i klimatu w ramach Porozumienia Burmistrzów;
- 2) lepszemu podejmowaniu świadomych decyzji dzięki zdobywaniu i udostępnianiu wiedzy na temat szkód oraz kosztów i korzyści związanych z przystosowaniem, ocen ryzyka, modeli i narzędzi wspierających procesy decyzyjne

i pozwalających ocenić i monitorować skuteczność różnych środków zastosowanych;

- 3) uodparnieniu UE na zmianę klimatu poprzez wspieranie przystosowania w kluczowych sektorach podatnych na zagrożenia.

Przewidziano, że działania na rzecz łagodzenia zmiany klimatu i dostosowania się do niej będą uwzględniane we wszystkich najważniejszych obszarach wydatków w programach europejskich, a głównie w programie LIFE. Zdecydowano o przeznaczaniu co najmniej 20% budżetu UE na działania związane z klimatem.

W Europie zdolności adaptacyjne systemów społeczno-gospodarczych oceniane są jako wysokie. Bardziej wrażliwe są części południowa i polarna. Dotyczy to również zlokalizowanych tam miast. Za najbardziej prawdopodobny dla Europy klimatolodzy uważają wzrost opadów w północnej części kontynentu i znaczny spadek w części południowej. Oczekuje się zmniejszenia ilości opadów nad lądem i rozszerzenia zwrotnikowej strefy suchej na obszar krajów śródziemnomorskich, gdzie mogą wystąpić największe straty. Braki wody, wysokie temperatury, zmiany krajobrazu na półpustynny mogą znacznie obniżyć atrakcyjność turystyczną europejskich wybrzeży Morza Śródziemnego. Do końca XXI wieku może zniknąć znaczna część lodowców alpejskich, co spowoduje spadek ilości wody w takich rzekach jak Pad, Dunaj czy Rodan nawet o 1/3. Pociągnie to za sobą negatywne skutki gospodarcze dla regionów dotkniętych niedostatkami wody, a także migracje ludności z tych terenów. Jednocześnie w wielu innych regionach wzrośnie zagrożenie powodziami. Na obszarach przybrzeżnych ryzyko powodzi, erozji i strat na terenach podmokłych będzie rosło, wpływając negatywnie na osadnictwo, rolnictwo, przemysł, turystykę i siedliska naturalne. Pewne korzyści mogą natomiast odczuć kraje położone na północ od Alp. Można spodziewać się migracji ludności z tracących na atrakcyjności terenów na południu Europy ku północy kontynentu. Wpływ na gospodarkę może być znaczny, zwłaszcza na skutek niedoborów wody na potrzeby rolnictwa i zmian tradycyjnych kierunków ruchu turystycznego [<http://www.eea.europa.eu/themes/climate>].

Ważnym elementem adaptacji do zmian klimatu jest też rozwój stosownej wiedzy na temat zagrożeń, możliwości przeciwdziałania im i upowszechnianie wyników analiz wśród państw członkowskich. Do tego celu służy platforma Climate – ADAPT. W odniesieniu do miast dostępne są na niej liczne publikacje¹. Narzędziem wspierającym działania adaptacyjne jest Inicjatywa Porozumienia Burmistrzów na rzecz adaptacji do zmian klimatu – Mayors Adapt. Platforma dostarcza sygnatariuszom porozumienia i innym zainteresowanym stronom praktycznych wskazówek i wiedzy, jak planować i realizować działania adaptacyjne. W powiązaniu ze strategią *Europa 2020 Strategia adaptacji do zmian klimatu* może stanowić dodatkowy impuls do rozwoju niskowęglowej, niskoemisyjnej gospodarki i sprzyjać wdrażaniu zasad zrównoważonego rozwoju [<http://climate-adapt.eea.europa.eu/web/guest/eu-sector-policy/general> dostęp 16.06.2015].

Działania adaptacyjne są także obecne w 7. środowiskowym programie działania do roku 2020 *Dobra jakość życia z uwzględnieniem ograniczeń naszej planety*. Najpoważniejszym wyzwaniem pozostaje spowodowanie przeniknięcia działań adaptacyjnych do zmian klimatu do krajowych i sektorowych regulacji prawnych. Należy także brać pod uwagę kwestie migracji ludności i oddziaływanie tych procesów na politykę społeczną. Stworzy to nowe uwarunkowania funkcjonowania niektórych rynków towarowych oraz rynku pracy, co może okazać się ważne z punktu widzenia miast.

¹ EUcities adapt – *Adaptation Strategies for European Cities: Final Report*; *European cities adapt to climate change – cities learning from cities*; IPCC Fifth Assessment Report, WGII, Part on Human Settlements, Industry, and Infrastructure, Chapter 8: Urban Areas; *Urban adaptation to climate change in Europe – Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*; *Climate-Friendly Cities: A Handbook on the Tracks and Possibilities of European Cities in Relation to Climate Change*.

Adaptacja do zmian klimatu jest działaniem kosztownym, przy czym trudno dziś przewidzieć, jak te koszty rozłożą się pomiędzy poszczególne kraje i sektory gospodarcze w UE. Sytuacja w miastach będzie w dużej mierze zależała od specyfiki ich regionalnej lokalizacji. Atutem UE jest dysponowanie zasobami ludzkimi, finansowymi i technicznymi wystarczającymi do tego, aby lepiej przygotować systemy społeczno-gospodarcze miast do niekorzystnych zdarzeń pochodzenia naturalnego.

Europejska platforma adaptacji do zmian klimatu

Climate ADAPT European Climate Adaptation Platform

Europejska platforma adaptacji do zmian klimatu jest inicjatywą Komisji Europejskiej powołaną w celu ułatwienia dostępu i wymiany informacji na temat:

- ▶ oczekiwanej zmiany klimatu w Europie;
- ▶ obecnej i przyszłej wrażliwości regionów i sektorów;
- ▶ narodowych i transnarodowych strategii adaptacyjnych;
- ▶ przykładów praktyk i potencjalnych opcji adaptacji;
- ▶ narzędzi wspierających planowanie adaptacji.

Analiza dostępnych danych na temat już podjętych w państwach UE działań adaptacyjnych do zmian klimatu pozwala na identyfikację bardzo różnorodnych przedsięwzięć i akcji związanych z dostosowaniem zarówno infrastruktury technicznej i systemów zarządzania, jak i szczegółowych regulacji prawnych. Dotyczy to zwłaszcza tych sektorów gospodarki i obszarów, w których niekorzystne zjawiska atmosferyczne już dają się we znaki. Poprzez platformę możliwy jest dostęp do licznych publikacji, w tym także związanych z adaptacją miast do zmian klimatu. Zaletą przyjętego na platformie rozwiązania jest stała aktualizacja informacji.

Źródło: <http://climate-adapt.eea.europa.eu/> [dostęp 17.06.2015].

7.3.3. Polska polityka adaptacji do zmian klimatu

Polska, podobnie jak pozostałe kraje UE, zgodnie z zapisami *Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu* i rekomendacjami Komisji Europejskiej została zobowiązana do opracowania krajowego planu adaptacji do zmian klimatu. *Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030* powstał na zlecenie Ministerstwa Środowiska w 2013 roku. „Został on przygotowany z myślą o zapewnieniu warunków stabilnego rozwoju społeczno-gospodarczego w obliczu ryzyk, jakie niosą ze sobą zmiany klimatu, ale również z myślą o wykorzystaniu pozytywnego wpływu, jaki działania adaptacyjne mogą mieć nie tylko na stan polskiego środowiska, ale również wzrost gospodarczy” [SPA, 2020, s. 5].

W odniesieniu do obszarów zurbanizowanych zidentyfikowano trzy główne zagrożenia: intensyfikację zjawiska miejskiej wyspy ciepła, silne ulewy powodujące podtopienia oraz susze sprzyjające deficytowi wody w miastach. Zagrożeniem pośrednim dla infrastruktury miejskiej są powodzie powodujące podtopienia, osuwiska i niszczenie ciągów komunikacyjnych, budynków i mienia [SPA, 2020, s. 31–32]. W planie przewidziano konieczność intensyfikacji prac legislacyjnych, organizacyj-

nych, informacyjnych i naukowo-badawczych nakierowanych na lepsze rozpoznanie skutków i projektowanie działań zaradczych. Podkreślono między innymi istotność zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego, zaopatrzenia w wodę i poprawy stanu planowania przestrzennego.

Ponieważ klimat w Polsce charakteryzuje się dużą zmiennością i anomaliami, wśród których można wyróżnić: gwałtowne zmiany temperatury powietrza, silne i porywiste wiatry przerywane okresami ciszy, długie okresy ciepła i chłodu, intensywne opady, w tym burze i opady nawalne, naprzemiennie z długimi okresami suchości, działania adaptacyjne muszą się charakteryzować elastycznością [Kozuchowski, Przybylak, 1995]. Ocieplenie klimatu może poważnie zagrozić zasobom wodnym kraju. Jego efektem może być brak wody pitnej i wody potrzebnej rolnictwu. Wzrost średniej rocznej temperatury spowoduje również pogorszenie jakości wody oraz intensyfikację procesów eutrofizacji [Sadowski]. Poważnym zagrożeniem dla wybrzeży Bałtyku jest wzrost poziomu morza, który do 2080 roku może podnieść się nawet od 0,1 do 0,97 m. Zagrożonych zalaniem jest 1789 km² obszarów wybrzeża, czyli m.in. 18 ośrodków wypoczynkowych położonych na klifach ulegających erozji, 5 dużych portów oraz domy 120 tysięcy osób żyjących w tych regionach. Aż 880 ha powierzchni Gdańska leży poniżej rzędnej 1 m n.p.m. Zagrożona zalaniem jest także zabytkowa starówka, podobnie jak liczne miejscowości na Półwyspie Helskim. Region ujścia Odry stoi w obliczu dwóch niebezpieczeństw: podnoszenia się poziomu morza i wzrostu zagrożenia powodzią, będącego skutkiem gwałtownych opadów deszczu i burz. Zagrożone zalaniem są znaczne obszary Szczecina i Świnoujścia oraz wyspa Wolin [Sadowski, s. 7–9].

Doświadczenia z ostatnich dwudziestu lat wskazują, że problem adaptacji do zmian klimatu w Polsce polegać będzie przede wszystkim na radzeniu sobie zarówno z nadmiarem, jak niedoborem wody, a także na ochronie jakości istniejących zasobów wodnych oraz racjonalizacji ich wykorzystania w celu uzyskania rezerw wodnych na potrzeby produkcji żywności. Należy się spodziewać, że powódzie i susze będą nękać znaczne obszary kraju, co wpłynie na funkcjonowanie terenów miejskich.

7.4. Instrumenty wdrażania polityki adaptacji do zmian klimatu w warunkach miejskich

Obserwowany na świecie wyraźny zwrot w kierunku działań adaptacyjnych do zmian klimatu zaowocował rozwojem zróżnicowanych inicjatyw i aktywności. Te dostosowane do lokalnej specyfiki środowiskowej są uzupełniane przez instrumenty planistyczne, organizacyjne i finansowe o bardziej uniwersalnym charakterze. Przyjmujemy się wybranym przykładom związanym z prowadzeniem prac B+R, planowaniem przestrzennym, umiejętnym łączeniem szarej i niebiesko-zielonej infrastruktury, edukacją, wykorzystaniem instrumentów finansowych i ubezpieczeniowych.

Podstawę projektowania odpowiednich działań adaptacyjnych powinno stanowić rozumienie specyfiki poszczególnych ekosystemów i zachodzących w nich procesów. Ważnym przyczynkiem do zdobycia takiej wiedzy był projekt naukowo-badawczy TEEB *The economics of ecosystems & biodiversity* zapoczątkowany w 2007 roku. Jego główne cele to rozpoznanie wpływu ekosystemów na dobrobyt i wycena usług świadczonych przez naturę, aby lepiej ją chronić i w zgodzie z nią działać [TEEB, 2008].

Dość niezwykły projekt architektoniczny jest realizowany w Zjednoczonych Emiratach Arabskich. Powstaje tam Masdar City – miasto i jednocześnie instytut naukowo-badawczy kształtujący specjalistów w zakresie nowatorskich przyjaznych środowisku rozwiązań technologicznych.

W licznych badaniach naukowych wykazano, że wykorzystanie sił natury do radzenia sobie z niekorzystnymi przejawami zmian klimatycznych może być atrakcyjnym sposobem adaptacji i znakomicie uzupełniać rozwiązania infrastrukturalne związane z szarą infrastrukturą. Pod pojęciem rozwiązań opartych na naturze należy rozumieć działania inspirowane przez przyrodę, wspierane przez działanie jej sił lub skopiowane z natury, które pomagają przezwyciężyć niedogodności wynikające z niekorzystnych dla człowieka oddziaływań środowiska. Może to być przykładowo zdolność do wychwytywania i przechowywania dwutlenku węgla przez miejską zielen. Generalnie zielona infrastruktura poprawia jakość powietrza i klimat akustyczny miasta, przyczynia się także do retencjonowania wody, a zwiększając wilgotność otoczenia, łagodzi stres związany z występowaniem miejskich wysp ciepła. Wykazano na przykładzie Manchesteru, że parki miejskie są w stanie zmniejszyć dzienną temperaturę otoczenia średnio o 0,94°C, przy średniej redukcji nocnej o 1,15°C. Na podstawie modelowania stwierdzono, że wzrost o 10% powierzchni terenów zielonych w okolicy o gęstej zabudowie może utrzymać maksymalne temperatury przy powierzchni na poziomie lub poniżej poziomu bazowego z lat 1961–1990 aż do lat 80. XXI wieku dla wszystkich scenariuszy emisji. Wiele miast świata stawia na zazielenianie dachów i fasad budynków. W tym kontekście warto docenić wciąż dość popularne w polskich miastach pracownice ogródki działkowe, które znakomicie poprawiają mikroklimat, pełniąc przy tym także inne funkcje społeczne i gospodarcze ważne z punktu widzenia zrównoważonego rozwoju [Burchard-Dziubińska, 2014, s. 178–186].

Masdar City – eksperymentalne ekomiasto

Masdar City jest wartym 19 mld USD projektem inwestycyjnym przewidzianym do realizacji w latach 2007–2025 na terenie Zjednoczonych Emiratów Arabskich w odległości 16 km od stolicy kraju Abu Zabi. Docelowo ma w nim mieszkać, pracować i uczyć się 40 tys. osób. Sercem miasta jest otwarty w 2010 r. Masdar Institute of Science and Technology ściśle współpracujący z Massachusetts Institute of Technology nad rozwojem nowatorskich technologii przydatnych w rozwoju ekomiast przyszłości. Zaprojektowanie tego miasta-instytutu powierzono pracowni architektonicznej Normana Foster'a (Foster & Partners), znanej z odważnego podejścia do nowatorskich rozwiązań technologicznych. Efektem jest połączenie nowoczesności z elementami tradycyjnej architektury islamskiej. Posadowienie miasta na wzniesieniu w celu wykorzystania powiewów wiatru znad pustyni do jego przewietrzania, zdanie się wyłącznie na odnawialne

źródła energii i odsalaną wodę morską, wykorzystanie specyfiki materiałów budowlanych i konstrukcji budynków do odpowiedniego gospodarowania ciepłem i chłodem (np. maszrabijj do zacieniania okien) pozwalają funkcjonować w warunkach gorącego i suchego klimatu i jednocześnie testować przydatność tych rozwiązań w celu ich późniejszego udostępniania w komercyjnych zastosowaniach.

Źródło: opracowanie własne na podstawie www.nytimes.com/2010/09/26/arts/design/26masdar.html?_r=1 [dostęp 22.06.2015].

Siły przyrody można też wykorzystać w zarządzaniu wodą, zarówno w sytuacji jej nadmiaru, jak i niedoborów. Wielokrotnie przekonano się, że betonowanie koryt rzecznych i budowa wałów przeciwpowodziowych może w przypadku powodzi tylko pogorszyć sytuację i zwiększyć straty. Znacznie lepsze efekty daje stworzenie rzekom możliwości meandrowania i zapewnienie terenów zalewowych, które są w stanie osłabić niszczącą siłę wód powodziowych. Wymaga to odpowiedniego planowania przestrzennego w całym regionie. Natomiast efekty deszczy nawaalnych można niwelować przez unikanie zabudowy najniższej położonych terenów i pozostawienie ich jako zielonego bufora, który na co dzień może pełnić funkcje rekreacyjne dla mieszkańców miasta. To z kolei wymaga odpowiedniego planowania przestrzennego na poziomie lokalnym. W planowaniu przestrzennym warto pomyśleć też o różnych formach retencjonowania wody – zarówno w specjalnych zbiornikach i cysternach, jak i przez rośliny i w glebie. Przykłady już stosowanych rozwiązań, jak łączyć elementy szarej i niebiesko-zielonej infrastruktury, można znaleźć przykładowo w: opublikowanym przez UNEP *Green Infrastructure Guide for Water Management: Ecosystem-based management approaches for water-related infrastructure projects* [2014], opracowanym przez *Landscape Institute Green infrastructure An integrated approach to land use* [2013], *Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities* [2015] czy w innych źródłach [Molla, 2015].

Pracownicze ogródki działowe w ekosystemie miasta

Ogrody działkowe u zbiegu ulic: Milionowej i Rydza-Śmigłego w Łodzi, fot. M. Burchard-Dziubińska

Mające już ponad stuletnią tradycję ogródki działkowe często postrzegane są jako zbędny relikwitu przeszłości. Zajmując niekiedy atrakcyjne tereny inwestycyjne, stanowią łakomy kąsek dla developerów, a i władze miasta chętnie wsparłyby lokalny budżet środkami z ich sprzedaży. Projektując ekomiasta przyszłości warto docenić rolę, jaką rzeczywiście odgrywają te tereny w miejskim ekosystemie:

- ▶ niwelują oddziaływanie miejskich wysp ciepła;
- ▶ poprawiają mikroklimat, podnosząc wilgotność powietrza i zatrzymując zanieczyszczenia pyłowe i CO₂;
- ▶ tłumią hałas, poprawiając tym samym klimat akustyczny miasta;
- ▶ są ostoją bioróżnorodności – także ze względu na hobbistyczne pasje właścicieli;
- ▶ umożliwiają przetrwanie owadom, m.in. pszczołom, które są coraz bardziej zagrożone;
- ▶ umożliwiają bezpośredni kontakt z naturą, co ma znaczenie rekreacyjne i edukacyjne;
- ▶ pełnią funkcje zaopatrzeniowe, dostarczając owoców, warzyw i kwiatów.

W Polsce funkcjonuje ponad 4900 ogrodów działkowych o łącznej powierzchni ponad 43 426 ha. Najwięcej jest ich w województwie śląskim, które charakteryzuje się jednocześnie bardzo wysokim współczynnikiem urbanizacji.

Źródło: opracowanie własne.

kłada się na skumulowany strumień popytu na zasoby naturalne o znacznej wartości. Zmiana zachowań mieszkańców miast w zakresie użytkowania transportu czy wody może przynieść zaskakująco dobre efekty. Modelowym przykładem centrum edukacji w sprawach wody jest Fairmount Water Works w Filadelfii w amerykańskim stanie Pensylwania.

Filadelfijskie centrum edukacji na rzecz zrównoważonej gospodarki wodnej

Filadelfia Fairmount Water Works, fot. M. Burchard-Dziubińska

Fairmount Water Works (FWW) jest działającym od 2003 roku centrum edukacji na temat roli wody we współczesnym świecie. Celem centrum jest wspieranie odpowiedzialnego gospodarowania naszymi wspólnymi zasobami wody poprzez zachęcanie do podejmowania świadomych decyzji dotyczących jej wykorzystania.

Centrum powstało na terenie historycznych obiektów położonych na brzegu rzeki Schuylkill, które upamiętniają fakt otwarcia w 1815 roku w Filadelfii pierwszego gminnego systemu wodociągów miejskich na terenie Ameryki, obliczonego na zaopatrywanie w wodę tego niezwykle szybko rozwijającego się wówczas miasta.

Od 1972 roku Departament Wody w Filadelfii jest krajowym liderem w edukacji społeczeństwa na temat wartości czystej wody i konieczności zrównoważonego gospodarowania publicznymi zasobami zlewni regionalnych i lokalnych.

Planuje się, że FWW będzie wiodącym repozytorium wyników badań zlewni miejskiej i danych związanych z innowacyjnymi rozwiązaniami w zakresie zielonego zarządzania zorientowanego na traktowanie wód deszczowych jako cennego zasobu oraz przywracanie czystości rzekom i strumieniom.

Amerykańska Agencja Ochrony Środowiska uznała modelowe rozwiązania z Filadelfii jako zewnętrzne laboratorium do monitorowania skuteczności nowych instrumentów zarządzania wodami o znaczeniu krajowym i globalnym.

Źródło: opracowanie własne na podstawie <http://fairmountwaterworks.org/about-us/> [dostęp 25.06.2015].

Adaptacja do zmian klimatu ze względu na swoją wieloaspektowość będzie wymagać znacznych nakładów finansowych zarówno na prace badawczo-rozwojowe, jak i działania praktyczne. Zapewnienie odpowiednich środków jest trudnym do udźwignięcia wyzwaniem dla budżetów publicznych. Dlatego warto sięgać po instrumenty mobilizujące również inne źródła finansowania, w tym środki prywatne inwestorów i fundacji. W grę wchodzi różne formy subsydiowania: dotacje celowe, ulgi i zwolnienia podatkowe, preferencyjne zasady kredytowania inwestycji. Przykładem działania na rzecz upowszechnienia akcji zazieleniania miasta są ulgi podatkowe przewidziane w Nowym Jorku za tworzenie zielonych dachów. Dotyczy to budów zielonych dachów rozpoczętych po 5 sierpnia 2008 roku. Co najmniej 50% powierzchni dachu musi być objęte „zazielenieniem”, a warstwa żywej roślinności pokrywać 80% tej powierzchni. Preferowane są rozchodniki i inne gatunki odporne na suszę. Prawdopodobieństwo realizacji inwestycji musi zostać potwierdzone przez licencjonowanego specjalistę. Korzyścią jest jednoroczna ulga podatkowa w wysokości 4,50 USD za stopę kwadratową zielonego dachu. Maksymalna ulga wynosi 100 000 USD.

W UE zgodnie z nowym rozporządzeniem w sprawie programu LIFE, z którego finansowane są działania adaptacji do zmian klimatu, na jego realizację w latach 2014–2020 przeznaczono 3 456,66 mln euro i wprowadzono specjalny podprogram związany z klimatem, w ramach którego kwotę 864 mln euro przeznaczono na opracowanie i wdrażanie innowacyjnych metod reagowania na wyzwania związane ze zmianą klimatu w całej Europie. Podstawę prawną stanowi regulacja (EU) No. 1293/2013 ustanawiająca *Programme for the Environment and Climate Action* (LIFE). Wsparcie finansowe dla realizacji tego podprogramu obejmuje:

- ▶ przyczynianie się do przejścia na gospodarkę niskoemisyjną odporną na zmianę klimatu;
- ▶ usprawnianie procesu opracowywania, wdrażania i egzekwowania unijnych przepisów w zakresie zmiany klimatu i unijnej polityki w tym obszarze;
- ▶ dążenie do poprawy zarządzania ochroną środowiska i zmianą klimatu na wszystkich szczeblach [<http://ec.europa.eu/environment/life/about/beyond2013.htm> [dostęp 24.06.2015].

W pierwszym etapie zachęca się do przedstawiania propozycji projektów dotyczących obszarów miast.

Równolegle prowadzony jest program Copernicus dedykowany konkurencyjności na rzecz wzrostu gospodarczego i zatrudnienia z finansowaniem 4 291,48 mln euro. Copernicus jest europejskim systemem monitorowania Ziemi poprzez regularne obserwacje ziemskich podsystemów, atmosfery, oceanów, powierzchni kontynentów w celu dostarczenia informacji wspierających decyzje w sprawie środowiska i bezpieczeństwa. Podstawę prawną stanowi regulacja (EU) No. 377/2014.

Ważnym rodzajem aktywności adaptacyjnej do zmian klimatu pozostaje ubezpieczenie na wypadek katastrof. Coraz częściej występujące klęski żywiołowe podnoszą wskaźniki szkodowości, wpływając na płynność finansową firm ubezpieczeniowych i reasekuracyjnych. Z raportów The Geneva Association, organizacji zrzeszającej 80 największych firm sektora ubezpieczeniowego z całego świata, wynika, że rosnące zagrożenia pogodowe i klimatyczne wpłyną na funkcjonowanie rynku ubezpieczeń i koszty transferu ryzyk związanych z ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi [Singh, 2009; Stahel, 2009]. Wzrastająca liczba katastrof naturalnych na świecie powoduje, że obsługa ubezpieczeń katastroficznych jest trudna zarówno dla firm ubezpieczeniowych, jak i dla reasekuratorów, którzy najczęściej w ostatecznym rachunku ponoszą odpowiedzialność finansową za skutki tych zdarzeń. Dlatego też rozwiązaniem propagowanym w krajach wysoko rozwiniętych jest obecnie kompleksowy system współpracy państwa, obywateli i ubezpieczycieli w zakresie łagodzenia skutków klęsk żywiołowych. Systemy takie zapewniają ochronę mienia poprzez ubezpieczenie, dywersyfikację ryzyka przy udziale specjalnie utworzonych funduszy i ograniczanie strat katastroficznych poprzez położenie nacisku na działania prewencyjne, jak też gwarancję wypłaty odszkodowań właścicielom majątku z tytułu szkód objętych umową ubezpieczenia [Michalak, 2015].

Komisja Europejska zbiera opinie na temat tego, czy potrzebne byłoby działanie na poziomie UE po to, by zapewnić odpowiednią ofertę ubezpieczeń, które pokrywałyby straty na wypadek katastrof będących wynikiem zjawisk pogodowych. Jeśli obecne podejście oparte na zasadzie dobrowolności nie przyniesie efektów do 2017 roku, KE rozważy zaproponowanie przepisów UE, które nałożyłyby na kraje członkowskie obowiązek opracowywania i wdrażania odpowiednich planów. Jest to bardzo istotna kwestia, którą już od pewnego czasu interesuje się branża ubezpieczeniowa.

Równolegle do ubezpieczeń rozwija się rynek derywatów pogodowych – instrumentów pochodnych używanych przez przedsiębiorców w celu redukcji ryzyka związanego z nieprzewidywanymi zmianami czynników pogodowych. Instrument

ten po raz pierwszy zastosowano w Stanach Zjednoczonych w branży energetycznej w latach 90. XX wieku. Ochrony przed ryzykiem wymaga np. występowanie dni bardzo gorących albo bardzo zimnych, kiedy producenci narażeni są na dodatkowe koszty, które potencjalnie mogą generować straty. Obecnie instrument ten wykorzystywany jest w coraz większej liczbie krajów głównie w sektorze energetycznym i w branży rolnej, budowlanej czy turystycznej. Pewien potencjał ma też zastosowanie w sektorze komunalnym, np. w odniesieniu do ryzyka wystąpienia ponadprzeciętnie wysokich opadów śniegu. Derywaty powstają w wyniku zawarcia umów opartych na określonych zdarzeniach pogodowych. Są to instrumenty zindywidualizowane, dostosowywane do potrzeb konkretnych podmiotów. Elementem niezbędnym do skonstruowania derywatów pogodowych jest skwantyfikowanie czynników pogodowych w sposób umożliwiający przypisanie im określonych wartości pieniężnych. Promowaniem wiedzy na temat możliwości zabezpieczania się przed ryzykiem pogodowym zajmuje się powstałe w 1999 roku Stowarzyszenie Zarządzania Ryzykiem Pogodowym (Weather Risk Management Association – WRMA) [Preś, 2009].

Bibliografia

- Bartnik A., Jokiel P. (2012), *Geografia wezbrań i powodzi rzecznych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Biała księga *Adaptacja do zmian klimatu. Europejskie ramy działania*, COM(2009)147, wersja ostateczna, Bruksela 1.04.2009.
- Botkin D. i in. (2001), *Oblicza Ziemi – zagrożenia i nadzieje*, Report The Smithsonian Institution and National Geographic, Warszawa.
- Burchard-Dziubińska M. (2014), *Urban farming – underestimated source of ecosystem services. Allotment gardens in Poland case study*, „Ekonomia i Środowisko” nr 4(51).
- Climate-Friendly Cities: A Handbook on the Tasks and Possibilities of European Cities in Relation to Climate Change* (2011), Ministry of Interior, Budapest, <http://www.tem.f/files/29765/Ilmastokasikirja.pdf> [dostęp 5.07.2015].
- Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, An EU Strategy on adaptation to climate change*, COM(2013)216 final, Brussels 16.04.2013.
- EU cities adapt – Adaptation Strategies for European Cities: Final Report* (2013), http://climate-adapt.eea.europa.eu/documents/18/11155975/Adaptation_Strategies_for_European_Cities_Final_Report.pdf [dostęp 2.07.2015].
- Flannery T. (2007), *Twórcy pogody – historia i przyszłe skutki zmian klimatu*, Centrum Kształcenia Akademickiego, Gliwice.
- Fortuniak K. (2003), *Miejska wyspa ciepła. Podstawy energetyczne, studia eksperymentalne, modele numeryczne i statystyczne*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Green infrastructure. An integrated approach to land use* (2013), Landscape Institute, <http://www.landscapeinstitute.org/PDF/Contribute/2013GreenInfrastructure-LIPositionStatement.pdf> [dostęp 30.06.2015].
- Green Infrastructure Guide for Water Management: Ecosystem-based management approaches for water-related infrastructure projects* (2014), UNEP, http://www.unepdhi.org/-/media/microsite_unepdhi/publications/documents/unep/web-unep-dhi-group-green-infrastructure-guide-en-20140814.pdf [dostęp 25.06.2015].

- Heatwaves and Health Guidance on Warning-System Development* (2015), World Meteorological Organization, World Health Organization, WMO_WHO_Heat_Health_Guidance_2015. pdf.
- <http://climate-adapt.eea.europa.eu/web/guest/eu-sector-policy/general>, *Climate Change 2014, IPCC Fifth Assessment Report, WGII, Part on Human Settlements, Industry, and Infrastructure, Chapter 8: Urban Areas*, s. 535–612.
- Jankowski W., Wita A. (2009), *Zbiorniki wodne w ograniczaniu skutków powodzi i suszy w Polsce*, „Gospodarka Wodna” nr 4.
- Kazmierczak A. (2013), *European cities adapt to climate change – cities learning from cities; Resilient Cities*, <http://www.iclei-europe.org/fileadmin/templates/iclei-europe/files/content/Topics/Adaptation/Open-Days-Report-LONG-preview-high-res.pdf> [dostęp 15.06.2015].
- Kożuchowski K., Przybylak R. (1995), *Efekt cieplarniany*, Wiedza Powszechna, Warszawa.
- Larmer B. (2010), *Wielkie roztopy*, „National Geographic” nr 4(127).
- Liszka S., Pasierb Sz. (2008), *Energetyka a zmiany klimatu*, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa.
- Michalak D. (2015), *Ubezpieczenia od katastrof naturalnych jako istotny element zrównoważonego rozwoju*, „Ekonomia i Środowisko” nr 1(52).
- Molla M.B. (2015), *The Value of Urban Green Infrastructure and Its Environmental Response in Urban Ecosystem*, „A Literature Review International Journal of Environmental Sciences” vol. 4, nr 2.
- Okruszek T., Kijańska M. (2009), *Zmiany klimatu a gospodarowanie wodami*, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa.
- Preś J. (2009), *Wybrane metody oceny ofert zabezpieczenia finansowego częściowo lub całkowicie opartego na indeksach pogody*, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Szczecin.
- Pruszek Z., Zawadzka E. (2005), *Vulnerability of Poland's Coast to Sea-Level Rise*, „Coastal Engineering Journal” vol.47, nr 2–3.
- Sadowski M., *Ocena potencjalnych skutków społeczno-gospodarczych zmian klimatu w Polsce*, WWF, http://wwf.pl/informacje/publikacje/klimat/analiza_zmiany_klimatu_polska.pdf [dostęp 15.06.2015].
- Singh R. (2009), *Climate Change: Insurance Has a Role to Play Today*, Geneva Association Information Newsletter, No. 45, www.genevaassociation.org [dostęp 2.05.2013].
- Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030* (2013), Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- Stahel W.R. (2009), *Risk Management, Insurance and Climate Change*, Geneva Association Information Newsletter, No. 46, www.genevaassociation.org [dostęp 2.05.2013].
- The insurance industry and climate change. Contribution to the global debate* (2009), The Geneva Association (The International Association for the Study of Insurance Economics), July, www.genevaassociation.org.
- Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities* (2015), European Commission.
- Urban adaptation to climate change in Europe – Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies*, EEA Report No. 2/2012.

Watson R.T. i in. (2001), *Climate Change 2001 Synthesis Report*, Univ. Press, Cambridge.

WUP (2014), *World Urbanization Prospects 2014 Revision*, United Nations, <http://esa.un.org/unpd/wup/Highlights/WUP2014-Highlights.pdf>.

Zielona księga w sprawie ubezpieczeń od katastrof naturalnych i wywołanych przez człowieka KOM (2013), tekst ostateczny, Bruksela 16.04.2013.

Zimniewicz K. (2011), *Globalne ocieplenie. Wątpliwy sojusz nauki z polityką, ideologią i biznesem*, „Ekonomia i Środowisko” nr 1(39).

WYDAWNICTWO
UNIwersYTETU
ŁÓDZKIEGO

www.wydawnictwo.uni.lodz.pl
e-mail: ksiegarnia@uni.lodz.pl
tel. (42) 665 58 63, faks (42) 665 58 62

SBN 978-83-7969-576-8

9 788379 695768

Projekt „EkoMiasto. Kształcenie na rzecz zrównoważonego i partycypacyjnego rozwoju miasta”
finansowany ze środków funduszy norweskich oraz środków krajowych.

KATEDRA GOSPODARKI
REGIONALNEJ I ŚRODOWISKA

EFSS

norway
grants