

# Podejście zlewniowe w urbanistyce jako narzędzie zapobiegania powodziom miejskim

Dr hab. inż. arch, prof. nadzw. Anna Januchta-Szostak, Wydział Architektury, Politechnika Poznańska

## 1. Wprowadzenie

Zrównoważone gospodarowanie wodą nie jest możliwe bez integracji z planowaniem przestrzennym w obrębie całych zlewni. W Polsce planowanie przestrzenne opiera się na prawie samorządów lokalnych do podejmowania decyzji o formach zagospodarowania terenu gminy lub miasta. Jednak zakres podstawowych dokumentów planistycznych (suikzpg, mpzp<sup>1</sup>) nie uwzględnia podejścia zlewniowego i wpływu urbanizacji na zagrożenia powodziowe. Strategia UE w zakresie przystosowania się do zmian klimatu (2013), a także opracowany dla Polski Strategiczny Plan Adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 (SPA2020 2013) kładą nacisk nie tylko na przygotowanie do ekstremalnych zjawisk pogodowych, ale też zapobieganie ich negatywnym skutkom poprzez właściwe planowanie obszarów miejskich.

## 2. Podtopienia i powódzie miejskie

Podtopienia to chwilowe zalania terenu wywołane przez lokalne deszcze o dużej wydajności i natężeniu lub przez gwałtowne tajanie śniegu o dużej miąższości i gęstości (Mikulski 1998). Krótkotrwałość tego zjawiska nie zmniejsza jednak negatywnych skutków społecznych i ekonomicznych.

Powódzie miejskie (*urban flooding*) to zjawiska typowe dla terenów zurbanizowanych, charakteryzujących się niską retencją powierzchniową i gruntową oraz wysokim stopniem uszczelnienia. Przyczyną powodzi miejskich są intensywne opady, przekraczające pojemność zbiorczych systemów kanalizacji. Ten rodzaj powodzi nie może być definiowany w oparciu o pojęcie „wezbrania”, bo skutki opadów są odczuwalne, zanim spływ powierzchniowy dotrze do cieków.

### 2.1. Skutki przekształceń zlewni miejskich

Główną przyczyną powodzi miejskich są bardzo ograniczone możliwości naturalnej retencji wody w miastach ze względu na wysoki poziom transformacji antropogenicznej terenu. W niektórych rejonach miast, zwłaszcza w śródmieściach, stopień uszczelnienia przekracza 90% powierzchni gruntu, a dogęszczanie zabudowy i urbanizacja kolejnych terenów peryferyjnych sprawia, że istniejące systemy kanalizacji

deszczowej i ogólnospławnej stają się niewydolne. W skali kilku lat zmiany mogą wydawać się nieznaczne, ale badanie bilansu pokrycia terenów miejskich w Poznaniu<sup>2</sup> dowiodło, że w ciągu ostatnich 30 lat poziom uszczelnienia gruntów na terenach niektórych peryferyjnych osiedli<sup>3</sup> wzrósł z kilku procent (2,8–5,2%) do ok. 50%. Związek między wielkością spływu powierzchniowego a stopniem zabudowy zlewni zurbanizowanych Poznania został wykazany m.in. w badaniach R. Graf (2014) przy użyciu modelu hydrologicznego WetSpasy<sup>4</sup>. Z kolei badania prowadzone w zlewni cząstkowej Potoku Służewieckiego w Warszawie za pomocą modelu SWMM (*Storm Water Management Model*) potwierdziły znaczący wzrost przepływu maksymalnego oraz objętości odpływu powierzchniowego (ok. 24-krotny) na skutek zwiększenia o 40% poziomu zurbanizowania zlewni w latach 1970–2005. Założone w analizach zwiększenie udziału powierzchni nieprzepuszczalnych w zlewni o 10 i 20% spowodowało wzrost przepływu maksymalnego o 9,3 i 15,1%, a objętości odpływu o 34,1 i 62,5% (Barszcz i in. 2014).

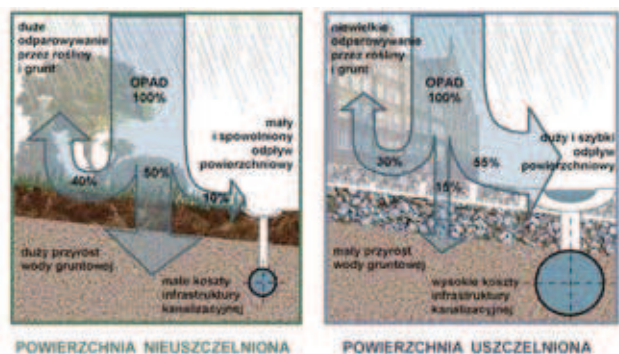
Tereny zieleni miejskiej są słabo wykorzystywane do zagospodarowania spływów opadowych. Osiedla wielorodzinne, typowe dla wielu miast polskich z okresu modernizmu, pomimo częściowego dogęszczania zabudowy, nadal mają duży potencjał terenów biologicznie czynnych (Januchta-Szostak 2016), ale woda deszczowa z dachów i dróg jest odprowadzana, zgodnie z przepisami, bezpośrednio do kanalizacji zbiorczej. Tymczasem na powierzchniach pokrytych roślinnością odpływ powierzchniowy następuje z opóźnieniem i jest znacznie mniejszy (w przedziale od 0 do ok. 20%, w zależności od położenia, rodzaju powierzchni i jej nachylenia). Znaczna część opadów wsiąka

2 Badania w ramach projektu badawczego nr 10/01/DSPB/0260, finansowanego ze środków na działalność statutową MNiSW w roku 2016 i 2017 na Wydziale Architektury Politechniki Poznańskiej pt. Proekologiczne kształtowanie miejsc publicznych i budynków (etap III).

3 W 2017 r. badaniami objęto osiedla: J.III Sobieskiego, Marysieńki i Batorego w dzielnicy Piątkowo. Sporządzono porównawczy bilans terenów uszczelnionych i biologicznie czynnych w latach: 1979, 1999 i 2016. Wcześniej analogiczne badania przeprowadzone zostały dla dzielnicy Rataje.

4 Według autorki najwyższy spływ powierzchniowy (> 150–200 mm) generują zlewnie o stopniu zurbanizowania 40–60%, w których duża zawartość zabudowy może przyczynić się do wzrostu ryzyka występowania podtopień w miejscach akumulacji spływu wód (Graf 2014).

1 suikzpg – studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy, mpzp – miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego.



**Rys. 1.** Wpływ uszczelnienia powierzchni na prędkość i objętość odpływu wody w zlewni (oprac. A. Januchta-Szostak)

w grunt i odparowuje do atmosfery, dlatego objętość odpływu powierzchniowego na terenach biologicznie czynnych może być nawet pięciokrotnie niższa niż na obszarach uszczelnionych (rys. 1).

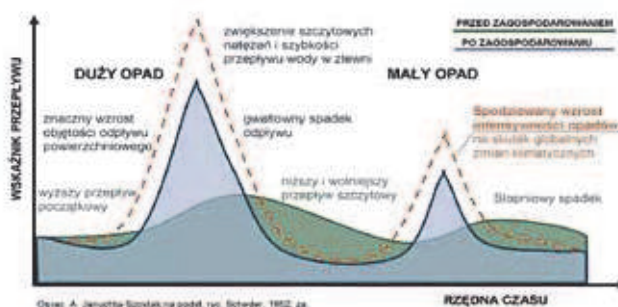
Skutkiem przekształceń zlewni miejskich jest zwiększanie udziału powierzchni nieprzepuszczalnych i skanalizowanych, co powoduje wzrost objętości i prędkości spływu wód deszczowych (rys. 2), a jednocześnie zmniejszanie ewapotranspiracji, retencji i infiltracji. W efekcie dochodzi nie tylko do przeciążeń kanalizacji i podtopień, ale również powodzi (niekiedy katastrofalnych) na małych ciekach miejskich, które są odbiornikami spływów opadowych. Z drugiej strony efektem niedoboru wody w gruncie jest pogorszenie warunków wegetacyjnych i mikroklimatu w miastach.

**2.2. Zagrożenia powodziowe a zmiany klimatu**

Problem zagospodarowania wód opadowych w miastach pogłębia intensyfikacja ekstremów pogodowych (w tym ulewnych deszczy), których przyczyną są zarówno globalne zmiany klimatyczne, jak i lokalne różnice mikroklimatu w rejonach dużych miast.

Raporty IPCC przewidują częstsze i coraz dłuższe fale upałów, gwałtowne ulewy i burze oraz zwiększone prawdopodobieństwo powodzi. Wprawdzie w Polsce roczne sumy opadów nie wykazują istotnych tendencji zmian, ale zmienia się ich rozkład i natężenie. Równocześnie występują też dłuższe okresy bezopadowe i wzrasta liczba dni z temperaturą maksymalną powyżej 25°C, co jest powodem występowania niebezpiecznych fal upałów, suszy i intensyfikacji zjawiska miejskich wysp ciepła (SPA2020, 2013).

Środowisko miejskie sprzyja również lokalnym zmianom klimatu. Około 25% rocznej sumy opadu może być spowodowane wpływem miasta. Według J. Lewińskiej (2000) obszar miasta wywołuje: wzrost opadów atmosferycznych (średnio o 10–30%), zwłaszcza w centrach miast i po stronie zawietrznej oraz lokalne opady śnieżne, szczególnie w rejonach dużych kombinatów metalurgicznych i elektrowni, a ponadto występowanie opadów o dużym natężeniu, w tym burz (wzrost 10–47%) i gradu (wzrost do 90%). Zjawiska te będą nakładały się na ekstrema pogodowe związane z globalnymi zmianami klimatu, co znacznie spotęguje zagrożenia powodzią miejską.



**Rys. 2.** Porównanie przepływu w zlewni miejskiej (niebieski hydrogram) i na obszarze nieurbanizowanym (zielony hydrogram), (źródło: Januchta-Szostak A. 2011, s. 84 za Kowalczak 2010)

**3. Zapobieganie powodziom miejskim**

**3.1. Adaptacja miast do zmian klimatycznych**

Strategia UE w zakresie przystosowania się do zmian klimatu (2013) kładzie szczególny nacisk na przygotowanie do ekstremalnych zjawisk pogodowych oraz redukcję towarzyszących im kosztów społecznych i ekonomicznych, w tym na uwzględnienie kwestii adaptacji w planowaniu rozwoju miast. W opracowanym dla Polski **Strategicznym Planie Adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020** również podkreślana jest konieczność modyfikacji miejskiej polityki przestrzennej w kierunku lepszego wykorzystania zielonej infrastruktury i minimalizacji negatywnych skutków powodzi, chociaż podatność miast na zmiany klimatyczne i towarzyszące im zagrożenia nie została szczególnie wypuklona.

W miejskich strategiach ochrony przed powodzią akcentuje się konieczność równoważenia bilansu wodnego poprzez **zagospodarowanie opadów na miejscu ich występowania** oraz **tworzenie i odtwarzanie systemów retencji wód w zlewniach**. Strategia adaptacji do zmian klimatu dla m.st. Warszawy do roku 2030 z perspektywą do roku 2050 (ADAPTCITY 2017) zakłada m.in. hierarchię gospodarowania wodą deszczową na zasadzie: „złap, wstrzymaj, odprowadź, a potem puść wolno”.

**3.2. Narzędzia strategiczne, planistyczne i ekonomiczne**

Gminy i miasta mają szeroki wachlarz narzędzi teoretycznych umożliwiających integrację planowania przestrzennego z gospodarką wodną. Obejmują one m.in.: strategie rozwoju miast, studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego (suikzpg), miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego (mpzp), ale również lokalne plany adaptacji do zmian klimatycznych, programy ochrony środowiska, programy i projekty małej retencji, polityki sektorowe w zakresie zasobów wodnych itp. Niestety krótkoterminowe cele społeczno-gospodarcze bywają zwykle ważniejsze od długofalowych skutków środowiskowych. W miastach gospodarowanie wodami uwzględniane jest zazwyczaj w wąskim zakresie,

niezbędnym do zaspokajania potrzeb wodnych ludności i gospodarki oraz zabezpieczenia przed powodzią (Wagner i in. 2014), przy czym zabezpieczenia te koncentrują się głównie w dolinach rzek. Tymczasem problemom powodzi należy zapobiegać u źródła, czyli na obszarach całych zlewni. Rzadkością są strategie adaptacji do zmian klimatu (np. strategie dla Warszawy i Radomia) i programy lokalne zwierające np. wymogi małej retencji w zlewniach miejskich (np. w Warszawie, Krakowie, Gdańsku, Łodzi, Poznaniu, Lesznie, Radomiu).

W praktyce jedynym narzędziem planistycznym umożliwiającym kształtowanie krajobrazu i struktury funkcjonalno-przestrzennej **całej gminy lub miasta jest studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy**. Dokument ten jest obligatoryjny i opracowywany dla całego obszaru gminy lub miasta na prawach powiatu, co daje możliwość powiązania sposobów zagospodarowania oraz użytkowania terenów z priorytetami gospodarki wodnej. Opracowania ekofizjograficzne, sporządzane na potrzeby studium, zawierają szereg istotnych z punktu widzenia gospodarki wodnej informacji, m.in. na temat budowy geologicznej, rzeźby i pokrycia terenu, klimatu, wód powierzchniowych i podziemnych, gleb oraz szaty roślinnej. Dane te nie mają jednak przełożenia na zapisy **planów miejscowych** (mpzp), które są podstawowymi aktami prawa lokalnego w zakresie gospodarowania przestrzenią. Ustalenia mpzp określają formy i funkcje zabudowy, a przede wszystkim wskaźniki oraz sposoby zagospodarowania i użytkowania gruntów, w tym obszary wyłączone z zabudowy oraz udział procentowy powierzchni terenów biologicznie czynnych, co ma istotny wpływ na możliwości gospodarowania wodą w miastach. Zapisy te mogłyby być w większym stopniu wykorzystywane w celu kontrolowania stopnia uszczelnienia terenu, pod warunkiem korelacji z potrzebami małej retencji w miastach (Januchta-Szostak 2014).

W planowaniu przestrzennym polskich miast nadal większą wagę przywiązuje się do skutecznego odprowadzania wody niż jej zatrzymywania na miejscu opadu. Brakuje narzędzi umożliwiających decentralizację gospodarowania wodą opadową i narzucenie obowiązku jej zatrzymywania zarówno w przestrzeni publicznej, jak i na indywidualnych działkach. Wręcz przeciwnie – inwestorzy są zobowiązani do odprowadzania deszczówki do zbiorczych sieci kanalizacyjnych, a jedynie w razie braku możliwości przyłączenia do sieci kanalizacji deszczowej lub ogólnospławnej, dopuszcza się odprowadzanie wód opadowych na własny teren nieutwardzony, do dołów chłonnych lub zbiorników retencyjnych (rozporządzenie ministra infrastruktury z 2002 r.).

Niektóre samorządy wykorzystują narzędzia ekonomiczne, aby skłonić właścicieli terenu do zwiększania powierzchni zieleni i zagospodarowania wód opadowych poprzez wprowadzenie zachęt (dopłat) do instalacji systemów zbierania deszczówki (zastosowane np. w Krakowie), zróżnicowanie opłat za odprowadzanie wód opadowych (np. we Wrocławiu, Poznaniu, Bydgoszczy, Tomaszowie

Mazowieckim), czy nakładanie kar za przekroczenie wielkości powierzchni szczelnej w stosunku do określonej w projekcie budowlanym i pozwoleniu na budowę.

### 3.3. Podejście zlewniowe w urbanistyce

Najważniejszą zasadą zlewniowego podejścia do urbanistyki jest przewidywanie ekohydrologicznych konsekwencji zabudowy i uszczelnienia terenu i zapobieganie im u źródła, czyli w miejscach występowania opadów. W polskiej praktyce planistycznej podejście zlewniowe stosowane jest w gospodarce wodnej i inżynierii środowiska. Obszary zlewni miejskich są przedmiotem analiz i obliczeń przy projektowaniu systemów odwodnień i kanalizacji miejskiej, natomiast wyniki tych analiz **nie znajdują przełożenia na wytyczne do projektowania urbanistycznego**. Trudności w koordynacji gospodarki przestrzennej i wodnej wynikają z odmiennych granic obszarów objętych planowaniem i różnych priorytetów instytucji za nie odpowiedzialnych (planowanie sektorowe).

Na szczeblu lokalnym w miastach i gminach, czyli tam, gdzie faktycznie podejmowane są podstawowe decyzje dotyczące gospodarowania przestrzenią, nie obowiązują żadne formalne dokumenty planistyczne w zakresie gospodarki wodnej, a zlewnia hydrograficzna nie stanowi obszaru działań planistycznych i decyzyjnych (Januchta-Szostak 2014). Utrudnione jest zatem pozyskiwanie, analiza i wymiana informacji, dotyczących uwarunkowań i priorytetów zagospodarowania lokalnych zlewni.

W Polsce zlewniowe podejście do urbanistyki jest nadal rzadkością. Można jednak wzorować się na dobrych praktykach, stosowanych w miastach amerykańskich, azjatyckich, czy europejskich. Na przykład, brytyjska ustawa o powodziach i gospodarce wodnej z 2010 r. znosi prawo automatycznego podłączania nowych inwestycji do systemów kanalizacji zbiorczej. Przewiduje natomiast zastosowanie systemów zrównoważonego zagospodarowania wód opadowych (SUDS – *Sustainable Urban Drainage Systems*) w standardach, które umożliwiają redukcję szkód powodziowych i poprawę jakości wody (Januchta-Szostak 2014). W 2005 r. rząd brytyjski zatwierdził strategię pt. Tworzenie przestrzeni dla wody (*Making Space for Water*), w której zdefiniowano zasady zagospodarowania terenów narażonych na ryzyko wystąpienia powodzi.

Alternatywne rozwiązania systemów zagospodarowania wód opadowych w zlewniach miejskich wdrażane są na świecie w różnym zakresie, formach i skali: od projektów **punktowych**, obejmujących pojedyncze obiekty, miejsca publiczne lub małe osiedla<sup>5</sup>, poprzez rozwiązania **średnioskalowe** dla dzielnic lub rejonów miast<sup>6</sup>, aż po projekty

5 np. Water Square Benthemplein w Rotterdamie, Holandia; osiedle Arkadien Asperg k. Stuttgartu, Niemcy; obiekt Prisma Nürnberg, Niemcy; Biblioteka Uniwersytetu Warszawskiego w Warszawie itp.

6 np. Potsdamer Platz w dzielnicy Mitte w Berlinie, Niemcy; osiedle Kronsberg – Hannover, Niemcy; osiedle Augustenborg – Malmö, Szwecja; Tanner Springs Park w Portland, Oregon, USA; osiedle Schanrhauser Park k. Stuttgartu, Niemcy; Uptown Normal Circle w Normal, Illinois, USA; Sponge Park w Nowym Jorku, USA; dolina Sokołowski w Łodzi, Polska i inne.

**ogólnomiejskie**, uwzględniające systemy zieleni i układy hydrograficzne w strukturze zagospodarowania przestrzennego w miastach<sup>7</sup>.

W wielu przypadkach nie są konieczne skomplikowane rozwiązania techniczne, a jedynie zwiększenie świadomości projektantów w zakresie możliwości wykorzystania naturalnych właściwości zieleni i gruntu, np. zastosowania perforowanych nawierzchni parkingów, niecek chłonnych, czy muld i rowów bioretencyjnych. Tam, gdzie nie ma możliwości lub potrzeby stosowania rozwiązań powierzchniowych, można wykorzystać szereg innowacyjnych rozwiązań technicznych z zakresu inżynierii środowiska, wspomagających alternatywne metody zagospodarowania wód opadowych. Należą do nich m.in. skrzynki retencyjno-infiltracyjne, komory drenażowe, rury drenarskie, studnie chłonne, krawężniki i koryta odwadniające i szereg innych. W przypadku konieczności podczyszczania spływów opadowych można łączyć rozwiązania krajobrazowe z technicznymi, stosując separatory i piaskowniki lub powiązane systemy odwodnienia i oczyszczania.

#### 4. Podsumowanie

Zagrożenia związane z wodą w Polsce, a konkretnie jej nadmiarem, niedoborem i złą jakością, wynikają nie tylko ze zmian klimatycznych, ale przede wszystkim z przestarzałych metod gospodarowania wodą i przestrzenią w zlewniach (raport o zagrożeniach z 2014 r.). Zamiast odwadniania miast, należy skoncentrować się na zagospodarowaniu opadów w miejscu ich występowania, retencji, infiltracji i ponownym wykorzystaniu deszczówki.

Uwzględnianie gospodarki wodnej w planowaniu przestrzennym miast ma kluczowe znaczenie dla jakości życia i bezpieczeństwa mieszkańców. Pozwala także na przeciwdziałanie zjawiskom wynikającym m.in. ze zmian klimatu. Warto zatem, w oparciu o dobre wzorce, rozszerzać zapisy podstawowych dokumentów planistycznych, czyli studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy oraz miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego w taki sposób, by świadomie zarządzać zasobami wodnymi i lepiej wykorzystywać nietechniczne środki ochrony przed powodzią.

Zastosowanie niebiesko-zielonej infrastruktury SUDS przyczynia się nie tylko do redukcji odpływu powierzchniowego w miastach, ale również umożliwia kształtowanie atrakcyjnych, proekologicznych przestrzeni publicznych. W celu powiązania efektywności hydrologicznej z walorami funkcjonalno-przestrzennymi potrzebne są działania edukacyjne, skuteczne narzędzia planistyczne, techniczne i ekonomiczne oraz odpowiednie regulacje prawne. A przede wszystkim zintegrowane planowanie i zarządzanie miastem w oparciu o dostępność i wymianę

informacji oraz koordynację działań, która umożliwi obniżenie kosztów i osiągnięcie efektu synergii.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] ADAPTCITY – Strategia adaptacji do zmian klimatu dla m.st. Warszawy do roku 2030 z perspektywą do roku 2050. Założenia do konsultacji. 2017 – <http://adaptcity.pl/> (dostęp: 12.05.2017)
- [2] Barszcz M., Księżniak M., Walkowiak K., Wpływ zurbanizowania i zastosowania małych obiektów do infiltracji i retencji na kształtowanie odpływu ze zlewni miejskiej w reakcji na opady deszczu (w:) T. Ciupa, R. Suligowski (red.), Woda w mieście, Monografie Komisji Hydrologicznej PTG – tom 2, Instytut Geografii, Uniwersytet Jana Kochanowskiego, Kielce 2014, str. 17–28
- [3] Bergier T., Kronenberg J., Wagner I. (red.), Woda w mieście. Seria: Zrównoważony rozwój zastosowania, tom 5, Wyd. Fundacja Sendzimir, Kraków 2014
- [4] Graf. R., Przestrzenne zróżnicowanie spływu powierzchniowego w zlewniach zurbanizowanych na przykładzie miasta Poznania (w:) T. Ciupa, R. Suligowski (red.) Woda w mieście. Monografie Komisji Hydrologicznej PTG – tom 2, Instytut Geografii, Uniwersytet Jana Kochanowskiego, Kielce, 2014, str. 59–71
- [5] Januchta-Szostak A., Koncepcja placów deszczowych w Parku Rataje w Poznaniu (w:) M. Kosmala (red.), Tereny zieleni wobec zmian klimatu, Wyd. PZLiTS, Toruń 2016, str. 103–115
- [6] Januchta-Szostak A., Rola urbanistyki i architektury w gospodarowaniu wodą (w:) Bergier T., Kronenberg J., Wagner I. (red.), Woda w mieście. Seria: Zrównoważony rozwój zastosowania, tom 5, Wyd. Fundacja Sendzimir, Kraków 2014, str. 31–47
- [7] Januchta-Szostak A., Woda w miejskiej przestrzeni publicznej. Modelowe formy zagospodarowania wód opadowych i powierzchniowych, seria: Rozprawy nr 454, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2011
- [8] Lewińska J., Klimat miasta, zasoby, zagrożenia, kształtowanie, IGPIK, Kraków 2000
- [9] Kowalczak P., Wodne dylematy urbanizacji, Wyd. Poznańskie, Poznań 2010
- [10] Mikulski Z., Systematyka i definicje nauk o wodzie: w ujęciu historycznym (w:) Zeszyty Terminologiczne/TNW. Nauki o Ziemi; z. 1, „Retro-Art”, Warszawa 1998
- [11] Raport o zagrożeniach – próba diagnozy, Kwartalnik NAUKA 1/2014
- [12] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 75, poz. 690)
- [13] SPA2020 – Strategiczny Plan Adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do 2020 roku z perspektywą do roku 2030, Ministerstwo Ochrony Środowiska, Warszawa, październik 2013, [https://www.mos.gov.pl/fileadmin/user\\_upload/SPA\\_2020.pdf](https://www.mos.gov.pl/fileadmin/user_upload/SPA_2020.pdf) (dostęp: 19.06.2015)
- [14] Strategia UE w zakresie przystosowania się do zmian klimatu (The EU Strategy on adaptation to climate change), 2013, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Bruksela, dnia 16.4.2013 COM (2013) 216, final <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52013DC0216&from=EN> (dostęp: 30.03.2016)
- [15] Ustawa o powodziach i gospodarce wodnej w Wielkiej Brytanii (The Flood and Water Management Act) z dnia 8 kwietnia 2010 r.
- [16] Wagner I., Januchta-Szostak A., Waack-Zajac A., Narzędzia planowania i zarządzania strategicznego wodą w przestrzeni miejskiej (w:) Bergier T., Kronenberg J., Wagner I. (red.) Woda w mieście. Usługi ekosystemów dla zrównoważonej gospodarki wodnej. Wyd. Fundacja Sendzimir, Kraków 2014, str. 17–29

<sup>7</sup> np. system zielonych ulic w Portland, Oregon, USA; strategia „Rotterdam Waterstad 2035” dla Rotterdamu, Holandia; program ABC Waters dla Singapuru; Qunli Stormwater Park w Haerbin, Heilongjiang, Chiny i inne.