

ANNA JANUCHTA-SZOSTAK*

MIASTO W SYMBIOZIE Z WODĄ

TOWN AND WATER SYMBIOSIS

Streszczenie

Artykuł dotyczy metod gospodarowania wodą deszczową i redukcji ryzyka powodzi w powiązaniu z optymalizacją funkcjonalną i poprawą jakości przestrzeni miejskiej. Programy wdrażane w Niemczech (*Modell Kronsberg*), Holandii (*Room for the Rivers*), czy Anglii (LIFE) wyznaczają nowe kierunki zrównoważonego rozwoju miast nieodzowne w obliczu zmian klimatycznych i postępującej presji urbanizacji.

Słowa kluczowe: zarządzanie ryzykiem powodzi, gospodarowanie wodą deszczową, jakość przestrzeni miejskiej

Abstract

The paper focuses on the methods of rainwater management and flood-risk reduction in line with functional optimisation and urban quality improvement. In the face of climate changes and growing pressure of urbanization such programmes as Modell Kronsberg, Room for the Rivers, or LIFE, implemented in Germany, Holland and Great Britain, determine new trends in sustainable urban development.

Keywords: flood-risk management, storm-water management, quality of urban space

* Dr inż. arch. Anna Januchta-Szostak, Instytut Architektury i Planowania Przestrzennego, Wydział Architektury, Politechnika Poznańska.

1. Wstęp

Woda, jak trafnie zauważył Wybe Kuiter [24], „to zmienny przyjaciel i przyjazny wróg”. Styk miasta i wody jest przestrzenią wielorakich możliwości, ale i zagrożeń: dla miasta z powodu braku lub nadmiaru wody oraz dla ekosystemów wodnych i od wody zależnych ze strony obszarów zurbanizowanych. Woda to z jednej strony newralgiczny składnik ekosystemów [23], z drugiej zaś warunek rozwoju cywilizacji [25] i pierwiastek kulturotwórczy [17]. Jako zwornik układów biocenotycznych i antropogenicznych woda zajmuje szczególne miejsce w strukturze miasta, a oszczędne gospodarowanie zasobami z poszanowaniem zasady „świętości wody” [5] należy do priorytetów rozwoju podtrzymywalnego. Równoważenie potrzeb społecznych, gospodarczych i środowiskowych jest szczególnie ważne wobec zagrożeń wynikających z niedoborów zasobów wodnych Polski² i globalnych zmian klimatycznych.

Pod koniec ubiegłego stulecia pojawiła się wyraźna zmiana paradygmatów kulturowych w podejściu do planowania miast. Już w 1969 r. Ian McHarg w słynnym dziele *Design with Nature* zwrócił uwagę na nowy, ekologiczny wymiar przestrzeni miejskiej. Idee środowiskowe rozwijali przedstawiciele nurtu Nowej Urbanistyki (*New Urbanism* – Katz, 1993), Zielonej Urbanistyki (*Green Urbanism* – Beatley, 2000), czy Eko-urbanistyki (*Eco-Urbanism* – Ruano, 1998). Projektowanie uwrażliwione na wodę (*water-sensitive design* – France, 2002) stało się nowym wyznacznikiem zrównoważonego rozwoju [14, 11]. Dostrzeżono również rolę wody w podnoszeniu jakości środowiska mieszkaniowego [20], kształtowaniu przestrzeni publicznych [16] i terenów zieleni miejskiej [10, 26].

Symbioza miasta i wody wyrażać się może na wielu płaszczyznach: kulturowej, estetycznej, społecznej, ekologicznej, gospodarczej, technologicznej czy legislacyjno-administracyjnej. Z uwagi na rozległość problematyki autorka skoncentrowała się na wybranych aspektach zagospodarowania wód opadowych i terenów zalewowych, biorąc pod uwagę nie tylko ekonomiczne wykorzystanie przestrzeni i korzyści dla środowiska przyrodniczego, ale również estetyczne i społeczne walory wody istotne dla podnoszenia atrakcyjności multifunkcyjnych przestrzeni miejskich [7].

2. Identyfikacja problemów

Gwałtowny i niezrównoważony proces urbanizacji niesie szereg negatywnych konsekwencji, m.in.: nadmierne uszczelnienie powierzchni miast, którego skutkiem jest wzrost objętości i prędkości odpływu powierzchniowego [22], przeciążenie sieci kanalizacyjnych i zwiększone ryzyko powodzi i podtopień [3], spadek poziomu wód gruntowych, pogorszenie mikroklimatu [13], w tym natężenie miejskich wysp ciepła, co w efekcie powoduje degradację środowiska i krajobrazu miasta, spadek poziomu jakości życia mieszkańców oraz wzrost zużycia energii i wody w okresach suszy.

Wpływ urbanizacji na wzrost zagrożenia powodzią dobrze ilustruje przykład zlewni rzeki Ems w Zagłębiu Ruhry w Niemczech, gdzie od lat 50. uszczelniono dwukrotnie więcej gruntów, niż w całej dotychczasowej historii osadnictwa na tym terenie, wskutek czego w latach 80. XX w. wystąpiło tam znacznie więcej powodzi o bardzo wysokich przepływach szczytowych (Londong, 1994 za [9]).

Negatywny jest również wpływ niezrównoważonej gospodarki wodnej na możliwości rozwoju miast. Polska boryka się z problemami w sferze jakościowej (wysoki poziom zanieczyszczenia wód powierzchniowych) i ilościowej (niekorzystny reżim hydrologiczny rzek, niewielkie zasoby wodne). Zarówno nad-

² Pod względem zasobów wodnych Polska zajmuje jedno z ostatnich miejsc w Europie (źródło: Kleczkowski A.S., Mikulski Z., *Prognoza gospodarowania wodą. Stan zasobów*, PAN – Komitet Naukowy „Człowiek i Środowisko”, ZN nr 10, Oficyna Wydawnicza Instytut Ekologii PAN, 1995).

Środowisko przyrodnicze w równowadze



Rys. 1. Spirala wzrostu potrzeb ochrony przeciwpowodziowej towarzyszącej procesowi urbanizacji, [12], s.143

Fig. 1. The spiral of increase in flood-defense needs accompanying the urbanization process, [12], p.143

miar w okresach roztopów i intensywnych opadów, jak i niedobór wody w czasie suszy wynika z niskiego poziomu retencji powierzchniowej i gruntowej w Polsce. Problem ten będzie się jeszcze pogłębiać z powodu prognozowanego wzrostu ekstremów pogodowych (intensywne opady, długotrwałe susze)³ w efekcie globalnego ocieplenia (Raport IPCC, 1990).

Jedną z istotnych barier wprowadzania oszczędnych, multifunkcyjnych sposobów zagospodarowania wód opadowych i powierzchniowych w Polsce jest brak efektywnych instrumentów planowania zintegrowanego oraz narzędzi wszechstronnej oceny i monitoringu wdrażanych rozwiązań.

³ Na podst. projektu *Forecasting and risk management of flash floods in Central and Eastern Europe* realizowanego w ramach 7 Programu Ramowego, Instytut Nauk o Ziemi Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, 2008.

3. Zrównoważone rozwiązania

3.1. Systemy zagospodarowania wód opadowych w miastach

W oparciu o zasady zrównoważonego rozwoju Europejska Akademia Środowiska Mieszkaniowego (EA-UE) opracowała w 1996 r. program budowy nowych osiedli zgodnie z wymogami środowiska, poszanowaniem zasobów naturalnych, uwzględnieniem dobrych warunków życia i wzrostu ekonomicznego ([13], s. 13-14). Program powstał na podstawie doświadczeń z budowy nowych osiedli w latach 1991–1994 w Niemczech, Holandii, Danii, Szwajcarii i Austrii, a jego główne założenia w zakresie gospodarowania wodą obejmowały m.in.:

- uwzględnienie terenów otwartych jako integralnej części zespołów mieszkaniowych,
- traktowanie wody jako kreatywnego elementu planowania,
- budowę zbiorników retencyjnych pełniących również funkcje krajobrazowe, mikroklimatyczne i rekreacyjne,
- wykorzystanie opadów atmosferycznych w inżynierii sanitarnej,
- rozdzielanie wód spływających z powierzchni czystych (dachy, place, chodniki) od wód zanieczyszczonych substancjami ropopochodnymi z dróg i parkingów,
- użytkowanie wody deszczowej do irygacji ogrodów, prania, spłukiwania toalet,
- kontrolowany system dystrybucji wody.

Ważnym elementem miejskiej gospodarki wodami opadowymi w Anglii są zrównoważone systemy drenażu (SUDS – *Sustainable Urban Drainage Systems* – CIRIA, 2001), których głównym celem jest zagospodarowanie wody w miejscu powstania opadu, a tym samym redukcja odpływu powierzchniowego i zmniejszenie zagrożenia powodzią. W skład systemów wchodzi urządzenia do zbierania oraz transportu wód opadowych (rynny, muldy, rowy), infiltracji wody do gruntu (niecki, rowy i studnie chłonne, zbiorniki infiltracyjne, skrzynki rozsączające itp.), a także urządzenia do retencji i oczyszczania (zielone dachy, niecki filtracyjne, zbiorniki retencyjne, pasáže roślinne i biotopy podczyszczające). Systemy te obejmują zarówno przestrzenie publiczne osiedli i miast, jak i prywatne domy i ogrody. Polityka oszczędzania wody możliwa jest dzięki wysokiej świadomości ekologicznej mieszkańców oraz motywacji ekonomicznej, która wyraża się m.in. w zróżnicowaniu opłat za odprowadzanie wód opadowych.

W wielu miastach SUDS z powodzeniem zastępują tradycyjną kanalizację deszczową. Wśród dobrych praktyk warto wymienić osiedla holenderskie (Nieuwland i Wathorst w Amersfort, Carnisselande-Portland pod Rotterdamem, Monnikenhuisen w Arnhem), niemieckie (Hannover – Kronsberg, Scharnhauser Park w Ostfildern), brytyjskie (np. Millennium Village w Londynie), szwajcarskie (Hameau de la Fontanie w Echalles, Pagana w Murten), austriackie (Gärtenhof w Wiedniu), szwedzkie (Augustenborg w Malmö) czy duńskie (Kopenhaga). Elementy systemu, uwzględniane już na etapie planowania osiedli, mogą być powiązane z układem kompozycyjnym i funkcjonalnym oraz strukturą zieleni, dzięki czemu tworzą atrakcyjne przestrzenie publiczne.

W osiedlu Hannover – Kronsberg [15] zastosowano powierzchniowy system zagospodarowania wód opadowych z wykorzystaniem rowów i niecek retencyjno-infiltracyjnych, które stanowią zarazem kościec terenów zielonych osiedla. Kompozycja przestrzenna osiedla Scharnhauser Park (1996–2003) w Ostfildern k. Stuttgartu, w Niemczech dostosowana została do układu poziomic, by maksymalnie zredukować spadek kanałów deszczowych. Oś założenia podkreślają trawiaste schody krajobrazowe długości 1,5 km, które w czasie nawalnych opadów tworzą widowiskową kaskadę. Woda deszczowa spływa systemem niecek i rowów chłonnych, by w końcu trafić do stawów retencyjno-infiltracyjnych, gdzie oczyszcza się i stopniowo przesiąka do gruntu.

Równie istotne co efektywność hydrologiczna i zrównoważenie ekologiczne jest bogactwo efektów plastycznych i multisensoryczne oddziaływanie wody. Do popularyzacji artystycznych rozwiązań w zagospodarowaniu wód opadowych w znacznym stopniu przyczyniły się realizowane na całym świecie projekty biura Atelier Dreiseitl, takie jak Tanner-Springs-Park w Portland, USA (2004–2005), Solar City (Linz, Austria 2004–2006), czy Bishan Park (Singapore 2007). System cyrkulacji i wykorzystania deszczówki na Potsdamer Platz w Berlinie (1994–1998), czy zagospodarowanie Placu Ratuszowego w Hattersheim (1988–1993) znakomicie ilustrują wszechstronne możliwości wykorzystania wody deszczowej dla poprawy jakości śródmiejskich przestrzeni publicznych.

W USA Stuart Echols i Eliza Pennypacker (2008) stworzyli koncepcję ARD (Artful Rainwater Design – przebiegłe projektowanie z wodą deszczową), która zakłada tworzenie wartości dodanej w postaci miejsc pięknych, znaczących i edukacyjnych. Wodne place i deszczowe ogrody dają możliwość doświadczania wody wszystkimi zmysłami i poznawania procesów retencji, biologicznego oczyszczania, infiltracji i ewapotranspiracji, dzięki czemu partycypują w podnoszeniu świadomości ekologicznej mieszkańców.

Oszczędności związane z zagospodarowaniem wód opadowych nie ograniczają się zatem wyłącznie do usprawnienia systemów kanalizacyjnych, redukcji zużycia wody i poprawy bezpieczeństwa powodziowego, ale wiążą się z podnoszeniem jakości przestrzeni miejskich i możliwościami ich różnorodnego wykorzystania. Artystyczne, rekreacyjne i edukacyjne walory systemów ARD sprawiają, że woda deszczowa staje się lokalną atrakcją przyciągającą mieszkańców i turystów, a powszechna akceptacja i zaangażowanie społeczności umożliwia zmniejszenie kosztów utrzymania systemów małej retencji.

3.2. Przestrzeń oddana wodzie – metody redukcji zagrożeń powodziowych

Zrównoważone gospodarowanie wodą opadową może zlikwidować zagrożenie lokalnymi podtopieniami, a w regionach silnie zurbanizowanych znacząco obniżyć ryzyko powodzi na większą skalę. Miasta muszą jednak radzić sobie również z zagrożeniami zewnętrznymi, wynikającymi z wezbrań powodziowych dużych rzek.

Z racji uwarunkowań geograficznych i konieczności koegzystencji z wodą oraz największej w Europie gęstości zaludnienia, Holandia wypracowała metody oszczędnego gospodarowania przestrzenią i równoważenia potrzeb równoprawnych struktur: niebieskiej (sieć hydrograficzna), zielonej (tereny otwarte) i czerwonej (środowisko zbudowane)⁴. W 2006 r. rząd holenderski przyjął pakiet działań pod nazwą: „Przestrzeń dla Rzek” (*Room for the Rivers*), mający na celu zapewnienie bezpieczeństwa powodziowego poprzez zwiększanie pojemności retencyjnej dolin rzecznych. Program ten obejmował opracowanie i sprawdzenie metod planistycznych w ramach 39 projektów zlokalizowanych u ujścia Renu, nad rzekami: Waal, Nederrijn/Lek, IJssel oraz częściowo rzeki Maas. Znamienny jest fakt, że cierpiący na niedobór przestrzeni Holendrzy uznali konieczność „zwracania wodzie” pozyskiwanych przez stulecia terenów, które teraz przeznaczają się pod kontrolowane zalewy. Istotą projektów jest również podniesienie jakości przestrzeni, która obok bezpieczeństwa, stała się drugim co do ważności celem programu [21].

Przykładem holistycznego podejścia do koegzystencji z wodą jest strategia *Rotterdam Waterstad 2035* obejmująca zarówno zabezpieczenie Rotterdamu przed wzrastającym poziomem morza tzw. Murem Atlantyckim i kompleksowy system retencji wód opadowych w mieście (w obrębie zabudowy, terenów otwartych, a nawet ulic i placów – „water pleinen”), ale również podniesienie rangi rzeki Maas, dzięki koncentracji funkcji centrowczych i stworzeniu specyficznej zabudowy mieszkaniowej na rzece dostosowanej do zmiennego poziomu wody (domy na terpach, palach, pływających platformach itp.). Strategia

⁴ Por. *Making space, sharing space. Fifth National Policy Document on Spatial Planning 2000/2020*, Den Haag, NSPA 2001.

zakłada budowę różnorodnych, śródmiejskich środowisk wodnych, od enklaw dzikiej przyrody po przestrzenie aktywności kulturalnej i sportowej.

Model holenderski, zgodnie z polityką UE w zakresie zarządzania ryzykiem powodzi⁵, wciąż podlega ewolucji od systemów ściśle kontrolowanych w kierunku elastycznych układów umożliwiających fluktuację, meandrowanie, zwiększanie pojemności retencyjnej i bioróżnorodności ekosystemów wodnych, nawet tych ściśle zintegrowanych z zabudową⁶. Niezwykle istotnym elementem planowania przestrzennego jest uwzględnienie dynamiki zjawisk pogodowych i bilansu wodnego całej zlewni w zagospodarowaniu terenów miejskich.

Wyraźna zmiana podejścia do zarządzania ryzykiem powodzi widoczna jest w rozwiązaniach angielskich nastawionych na elastyczne, niedefensywne systemy ochrony przeciwpowodziowej. Na podstawie wyników prognozy zagrożeń powodziowych z 2004 r. rząd brytyjski zatwierdził program Departamentu Środowiska, Żywności i Spraw Rolnych (Defra) pod nazwą „Tworzenie przestrzeni dla wody” (MSW – „*Making Space for Water*”)⁷, w którym zdefiniowano różne rodzaje zagrożeń powodziowych, a także zasady kształtowania zintegrowanych systemów odprowadzania wód opadowych. Program MSW kładzie nacisk na integrację priorytetów ogólnokrajowych w zakresie ochrony środowiska i redukcji zagrożeń powodziowych, z kluczowymi zagadnieniami lokalnej polityki społeczno-gospodarczej, a w szczególności mieszkaniowej. W ramach inicjatywy LIFE – *Long-term Initiatives for Flood-risk Environments* (Długoterminowe inicjatywy dla środowisk zagrożonych ryzykiem powodzi) powiązано trzy programy zrównoważonej gospodarki wodnej i przestrzennej [1]:

- „*Living with Water*” – „Życie z wodą” – podejście umożliwiające rozwój zabudowy na terenach zagrożonych powodzią pod warunkiem akceptacji ograniczeń wynikających ze wzrostu częstotliwości zjawisk powodziowych,
- „*Making Space for Water*” – „Tworzenie przestrzeni dla wody” – redukcja defensywnych systemów przeciwpowodziowych na rzecz tworzenia przestrzeni, w których okresowe zalewy są akceptowane i kontrolowane nie tylko przy użyciu środków technicznych, ale również naturalnych procesów przyrodniczych,
- „*Zero Carbon*” – „Zero Węgla” – wykorzystanie wszelkich alternatywnych źródeł energii dostępnych na danym terenie w celu ograniczenia zużycia surowców nieodnawialnych i redukcji wykorzystania krajowych sieci przesyłowych.

Elementy zintegrowanego planowania przetestowano w trzech projektach pilotażowych: w Hackbridge nad rzeką Wandle, Peterborough w centralnym obszarze zlewni rzeki Nene, oraz Littlehampton w dolnej części zlewni rzeki Arun. Zastosowano tam metody minimalizacji ryzyka powodzi w oparciu o mapy ryzyka powodziowego⁸, które umożliwiają zagęszczenie zabudowy i stworzenie atrakcyjnych przestrzeni publicznych oraz obszarów rekreacji przy równoczesnym zwiększeniu pojemności retencyjnej i umożli-

⁵ Zapisy nakazujące gospodarowanie wodami zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju formułuje tzw. Ramowa Dyrektywa Wodna z dn. 23 października 2000 r. oraz Dyrektywa Powodziowa z dn. 23 października 2007 r., której celem jest ograniczanie ryzyka i zmniejszanie następstw powodzi.

⁶ Np. projekt „Budowanie z wodą” (*Building with Water*), umożliwiający stworzenie 20 tys. mieszkań w obszarze polderu Haarlemmermeer – Bollenstreek przy zachowaniu pojemności retencyjnej terenu na poziomie ok. 1 mln m³ wody, a okresowo nawet 2 mln m³.

⁷ *Making space for water*, Department for Environment, Food and Rural Affairs, London 2005 – <http://www.defra.gov.uk/environment/flooding/documents/policy/strategy/strategy-response1.pdf>.

⁸ Mapy ryzyka powodziowego umożliwią bardziej elastyczne planowanie w obszarach narażonych na prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi dzięki precyzyjnemu oznaczeniu granic prawdopodobnych zalewów. Dla Hackbridge wyznaczono zasięgi wody 20-letniej, 100-letniej i 1000-letniej. Większość wysoko rozwiniętych krajów świata przyjmuje poziom zabezpieczeń przeciwpowodziowych dla wody 100-letniej ($p = 1\%$).

wieniu penetracji obszarów zabudowanych przez wody powodziowe bez większych strat ekonomicznych i perturbacji w życiu mieszkańców.

4. Podsumowanie

Oszczędne gospodarowanie przestrzenią miasta wymaga holistycznego podejścia i wieloaspektowej analizy długofalowych konsekwencji przekształceń, gdyż krótkoterminowe korzyści bywają pozorne. W imię źle pojętej oszczędności terenów likwidowano miejskie mokradła, regulowano koryta rzek i kanalizowano strumienie, a wody opadowe i szare ścieki odprowadzano wprost do kanalizacji ogólnospławnej. Okazało się jednak, że koszty środowiskowe, społeczne i gospodarcze znacznie przewyższają doraźne zyski.

Innowacyjne rozwiązania opracowane dla Rotterdamu, Berlina, Hanoweru, czy Hackbridge dowodzą, że przestrzeń oddana wodzie nie jest przestrzenią straconą. Wręcz przeciwnie: zrównoważone systemy zagospodarowania wód opadowych i terenów zalewowych, zintegrowane z planowaniem przestrzennym, mogą być cennym tworzywem kompozycji miasta i metodą poprawy jakości życia mieszkańców. Dają bowiem nie tylko możliwość funkcjonalnej i ekonomicznej optymalizacji przestrzeni miejskiej, ale również budowy zdrowego środowiska zamieszkania, do którego wnoszą pierwiastek piękna zawarty w różnorodności form, symbolice i wielozmysłowym oddziaływaniu wody.

Literatura

- [1] Baker R., Coutts R., *Sustainable Development in Flood-risk Environments*, [in:] *Water Resource and Threat*, The International Review of Landscape Architecture and Urban Design, Topos, 68/2009, 53-59.
- [2] Beatley T., *Green Urbanism: Learning From European Cities*, Island Press, Washington 2000.
- [3] Błaszczyc P., *Wody opadowe w mieście. Identyfikacja głównych problemów i zagrożeń*, [w:] *Problemy zagospodarowania wód opadowych*, praca zbior. pod red. J. Łomotowskiego, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wyd. Seidel-Przywecki, Wrocław 2008, 93-101.
- [4] CIRIA, *Sustainable Urban Drainage Systems: Best Practice Manual. Report C523*, Construction Industry Research & Information Association, London 2001.
- [5] Drapella-Hermansdorfer A., *Zieleń – woda – recykling przestrzeni: Wybrane aspekty przyrodniczej rewitalizacji miast*, Teka Kom. Arch. Urb. Stud. Krajobr. – OL, t. 1, PAN, 2005, 35-43.
- [6] Dreiseitl H., Grau D., Ludwig K.H.C., *Waterscapes. Planning, Building and Designing with Water*, Birkhäuser, Basel–Berlin–Boston 2001.
- [7] Echols S., Pennypacker E., *Stormwater as amenity: The application of artful rainwater design*, Proceedings of the 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, Scotland, UK, 2008, http://cws.msu.edu/documents/Echols_Stormwaterasamenity.pdf, 16.05.2010
- [8] France R.L. (ed.), *Handbook of Water Sensitive Planning and Design* (Integrated Studies in Water Management and Land Development), Lewis Publishers, CRC Press, Boca Raton 2002.
- [9] Geiger W., Dreiseitl H., *Nowe sposoby odprowadzania wód deszczowych*, Oficyna Wydawnicza Projprzem-Eko, Bydgoszcz 1999.
- [10] Jellicoe S.&G., *Water: the Use of Water in Landscape Architecture*, A. and C. Black, London 1971.

- [11] Kinkade-Levario H., *Design for Water: Rainwater Harvesting, Stormwater Catchment, and Alternate Water Reuse*, New Society Publishers, 2007.
- [12] Kowalczak P., *Konflikty o wodę*, Wyd. Kurpisz S.A., Przeźmierowo 2007.
- [13] Lewińska J., *Klimat miasta – zasoby, zagrożenia, kształtowanie*, Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej oddział w Krakowie, Kraków 2000.
- [14] Mendler S.F., Odell W., Lazarus M.A., *The HOK Guidebook to Sustainable Design*, John Wiley & Sons, Hoboken 2006.
- [15] *Model Kronsberg: nachhaltiges Bauen für die Zukunft/Sustainable Building for the Future*, Landeshauptstadt Hannover, Hannover 2000.
- [16] Moore Ch.W., *Water and Architecture*, Thames & Hudson, New York 1994.
- [17] Niemczyk E., *Cztery Żywioły w Architekturze*, Ossolineum, Wrocław 2002.
- [18] *Rotterdam Waterstad 2035*, Internationale Architectuur Biënnale Rotterdam 2005, Episode Publishers, Rotterdam 2005.
- [19] Ruano M., *Eco-Urbanism: Sustainable Human Settlements, 60 Case Studies*, Gustavo Gili, Barcelona 1998.
- [20] Schneider-Skalska G., *Rola wód otwartych w kształtowaniu miejskiego środowiska mieszkaniowego*, praca doktorska, WA PK, Kraków 1986.
- [21] Simonds D., *Room for the Rivers*, [w:] *Water Resource and Threat*, The International Review of Landscape Architecture and Urban Design, Topos, 68/2009, 61-68.
- [22] Stephens K., Pringle T., *Sustainable Community Design. A New Approach to Rainwater Management*, Innovation/June 2004.
- [23] Szulczewska B., *Teoria ekosystemu w koncepcjach rozwoju miast*, Wyd. SGGW, Warszawa 2002.
- [24] *Transforming With Water*, IFLA 2008 – proceeding of the 45th World Congress of the IFLA, Wybe Kuitert (ed.) Blauwdruk/Techne Press, the Netherlands 2008.
- [25] Tvedt T., Jakobsson E., Coopey R., Oestigaard T. (ed.), *History of Water*, 3 vol., Wyd. I. B. Tauris, London–New York 2006.
- [26] Zachariasz A., *Woda jako element kompozycji parków publicznych*, [w:] *Woda w krajobrazie*, Sosnowiec 2003, 325-334.