ARCHITEKTURA
CZASOPISMO TECHNICZNE
TECHNICAL TRANSACTIONS
ARCHITECTURE
WYDAWNICTWO POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ
1-A/1/2012
ZESZYT 1
ROK 109
ISSUE 1
YEAR 109

ANNA JANUCHTA-SZOSTAK*

KSZTAŁTOWANIE MIAST WOBEC ZAGROŻEŃ POWODZIOWYCH W XXI WIEKU. ROTTERDAM – WODNE MIASTO

SHAPING CITIES IN THE FACE OF THE RISK OF FLOODING IN 21ST CENTURY. ROTTERDAM – WATER CITY

Streszczenie

W artykule omówiono zagrożenia i sposoby ochrony przed powodzią oraz ich wpływ na sposób kształtowania obszarów zurbanizowanych. Na przykładzie strategii rozwoju Rotterdamu *Rotterdam Waterstad 2035* zilustrowano zintegrowane podejście do zarządzania ryzykiem powodzi, uwzględniające zagrożenia ze strony morza, rzek i opadów. Głównym celem strategii jest nie tylko kompleksowa ochrona przed powodzią, ale budowanie tożsamości miasta w oparciu o atrakcyjność żywiołu wody. Rewitalizacja nadbrzeży rzeki Mozy oraz unikalny system wodnych placów służących retencji deszczówki mają stworzyć nowy wizerunek Rotterdamu jako wodnego miasta.

Słowa kluczowe: ochrona przeciwpowodziowa, Rotterdam, wodne place, zagospodarowanie wód opadowych, zagrożenia powodziowe

Abstract

The paper describes flood hazards as well as protection methods against them and their impact on the way of urban areas development. An integrated approach to flood risk management, including see, river and rainwater threats, was illustrated on the basis of Rotterdam development strategy called *Waterstad 2035.* Its main objective is not only a complex flood protection but also creating the identity of the city which is founded on water element attractiveness. The revitalisation of the Meuse River banks along with a unique system of water squares designed for rainwater retention are supposed to create a new image of Rotterdam as a water city.

Keywords: flood protection, Rotterdam, water squares, rainwater management, flood hazards

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

1. Wstęp – zagrożenia powodziowe a kompozycja miasta

Funkcjonalne i kompozycyjne związki między miastem a wodą, czytelne w układach antycznych portów, takich jak Milet, Pireus i Aleksandria czy średniowiecznych miast hanzeatyckich jak Lubeka, Hamburg, Brugia czy Gdańsk, zyskały znakomitą oprawę architektoniczną w otwartych renesansowych frontach wodnych Wenecji i Florencji, XVII-wiecznych kanałach Amsterdamu, czy monumentalnych, skierowanych prostopadle do wybrzeży założeniach osiowych Rzymu, Lizbony, Barcelony czy Paryża [6]. Cieki i akweny dawały możliwość percepcji rozległej panoramy miast dzięki kompozycyjnemu przedpolu wody, a ich nabrzeża były miejscami integracji mieszkańców i wymiany kulturowej. Jednak miejsca lokacji, formy zabudowy i zagospodarowania terenu przez wieki dostosowywano do lokalnych warunków fizjograficznych i klimatycznych. Dopiero era Rewolucji Przemysłowej zapoczątkowała proces antagonizacji architektury i natury, a wiara w nieograniczone możliwości techniki doprowadziła w wieku XX do ekspansji zabudowy na obszary dotąd zarezerwowane dla wody [5].

W wieku XXI mamy do czynienia z procesami, które skutkują nasileniem konfliktów pomiędzy środowiskiem naturalnym i zurbanizowanym, a w szczególności ze wzrostem ryzyka powodziowego [7]. Na zagrożenia powodziowe, jako na istotny problem rozwoju miast, zwracają też uwagę autorzy *Nowej Karty Ateńskiej* (2003). Przyczyną tych zagrożeń są z jednej strony – globalne zmiany klimatyczne objawiające się wzrostem temperatur i nasileniem ekstremów pogodowych oraz towarzyszące im gwałtowne wezbrania rzek i powodzie sztormowe, z drugiej strony – sposób kształtowania miast i intensywność procesów urbanizacji, w wyniku których coraz więcej zamieszkałych obszarów znajduje się w strefach zagrożeń powodziowych, przez co wzrasta ryzyko zdarzeń katastrofalnych. Ponadto zmiany zagospodarowania zlewni, takie jak wylesianie, melioracje, osuszanie bagien, uszczelnianie gruntów itp., są powodem intensyfikacji powodzi lub pojawiania się ich na terenach, na których dotąd nie występowały. Do wzrostu zagrożenia powodziami rzecznymi przyczyniają się również zabiegi regulacyjne w korytach wielkiej wody (zawężanie budową wałów przeciwpowodziowych, likwidacja zakoli i rozlewisk), na skutek których długość koryta rzeki ulega skróceniu, wzrasta prędkość wody i skraca się czas przepływu fali powodziowej [7].

Wzrost ryzyka powodziowego skłonił państwa UE do wdrażania programów strategicznych, takich jak *Making Space for Water* w Wielkiej Brytanii (2005) i *Room for the Rivers* w Holandii (2006), nastawionych na zwiększanie pojemności retencyjnej dolin rzecznych i całych zlewni oraz lepszą koordynację ochrony przeciwpowodziowej z planowaniem przestrzennym. Zintegrowane zarządzanie ryzykiem powodzi postulowane w dyrektywie powodziowej (2007) [2], obejmuje m.in. podejście zlewniowe i działania nastawione na koegzystencję z wodą. Jednak projekcje wzrostu poziomu mórz i oceanów [3] w połączeniu z nasileniem ekstremalnych zjawisk hydrologiczno-meteorologicznych stawiają pod znakiem zapytania przyszłość wielu metropolii położonych na wybrzeżach i w deltach rzek. Czy nieuchronnie czeka je los Atlantydy?

2. Rotterdam – wodne miasto

Holandia jest poligonem doświadczalnym urbanistyki XXI w. stojącej w obliczu nowych wyzwań związanych z globalnymi zmianami klimatu. Rotterdam rozwinął się w XVI w. z osady rybackiej w miasto portowe dzięki strategicznemu położeniu u ujścia rzeki Maas (Moza). Charakterystyczny, trójkątny układ Wodnego Miasta (*Waterstad*) z szerokim, portowym nabrzeżem *Boompjes,* związany był z przystosowaniem miasta do wymiany towarowej drogą wodną. Miasto, doszczętnie zniszczone w 1940 r., przeżyło powtórny upadek w latach 60. XX w. po relokacji funkcji portowych do Europoortu [4].

Ze względu na położenie najniżej spośród wszystkich miast holenderskich Rotterdam zmaga się z zagrożeniami ze strony Morza Północnego, rzeki Mozy, wód gruntowych i opadowych. Wynika stąd konieczność kompleksowego podejścia do ochrony przeciwpowodziowej, w tym rezerwowania coraz większych przestrzeni dla retencji wód opadowych w obszarach zurbanizowanych.

Strategia rozwoju miasta *Rotterdam Waterstad 2035* [9] jest efektem zintegrowanego planowania i ścisłej współpracy władz miasta i zarządów wodnych[1]. Jej głównym celem jest nie tylko ochrona miasta przed wodnymi zagrożeniami, ale budowanie nowej tożsamości Rotterdamu w oparciu o atrakcyjność żywiołu wody. Strategia zakłada pięć priorytetowych kierunków działania:

– zabezpieczenie miasta przed wzrastającym poziomem morza murem atlantyckim – wałem przeciwpowodziowym, który oddzieli miasto od rzeki, ale równocześnie będzie pełnić funkcję miejskiego bulwaru widokowego.
– stworzenie specyficznego, rotterdamskiego środowiska mieszkaniowego na rzece, nowych, lecz zakorzenionych w holenderskiej tradycji, form zabudowy: „wodnych fortec", domów na terpach, na palach, wałach, pirsach, platformach pontonowych czy domów-łodzi cumujących w dawnych dokach, które skolonizują przestrzeń oddaną rzece,
– aktywizację dróg wodnych dla transportu publicznego (wodne tramwaje i taksówki) i powiązanie ich z systemem komunikacji lądowej oraz rozbudowę licznych kanałów śródmiejskich w sieć szlaków wodnych z wykorzystaniem ich pojemności dla retencji wody deszczowej,
– tworzenie retencyjnych przestrzeni publicznych: ulic, wodnych placów, skwerów i parków na wodzie, a także kształtowanie zróżnicowanych, śródmiejskich środowisk wodnych, od enklaw dzikiej przyrody po zurbanizowane przestrzenie aktywności kulturalnej i sportowej,
– skupienie funkcji centrotwóczych i przestrzeni kreacji wizerunku miasta nad Mozą – wypełnienie nabrzeży spektakularną, a zarazem wodoodporną architekturą, opierającą się na wykorzystaniu ekspozycyjnego przedpola rzeki oraz jej atrakcyjności wizualnej i funkcjonalnej.

2.1. Rzeka jako przestrzeń integracji i trzon kompozycyjny miasta

W opracowaniu strategii brano pod uwagę różne scenariusze zjawisk hydrologiczno-meteorologicznych. Najbardziej ekstremalny scenariusz *Atlantis 2035–2070* przewiduje wzrost poziomu morza o 6 m, w wyniku czego niektóre dzielnice miasta mogą znaleźć się nawet 10 m poniżej poziomu morza [9]. Pomimo konieczności budowy wałów przeciwpowodziowych w formie muru atlantyckiego o wysokości 12 m ponad istniejący poziom terenu (il. 1), działania projektowe skierowane zostały na kompozycyjną i funkcjonalną reintegrację miasta z rzeką. Ze względu na rozległość koryta Mozy w Rotterdamie wysokość obwałowań od strony wody nie jest wizualnie odczuwalna, zwłaszcza że nabrzeża Boompjes i Kop van Zuid zabudowane są architekturą wysokościową i spięte spektakularnym mostem Erazma [4]. Atutem muru atlantyckiego, który może stać się wizytówką Rotterdamu, będzie możliwość eksponowania rozległej panoramy miasta (il. 2). Powstające w obrębie frontów wodnych bulwary, place i parki są zintegrowane z systemami czynnej ochrony przeciwpowodziowej, a zarazem stanowią atrakcyjne obszary rekreacji i integracji mieszkańców. Położenie Rotterdamu uniemożliwia kontrolowaną penetrację terenów miejskich przez wody powodziowe, co jest możliwe w wyżej położonych miastach w oparciu o mapy zagrożeń powodziowych, ale dawne doki portowe są stopniowo kolonizowane przez formy zabudowy dostosowane do zmiennego poziomu wody.

Ochrona przed powodziami sztormowymi obejmuje również działania w skali regionalnej, takie jak plan ochrony przeciwpowodziowej rejonu Delty czy koncepcję budowy pasma sztucznych wysp będących rodzajem falochronu dla zurbanizowanego pasma *Delta Metropolis* obejmującego dwie konurbacje: holenderskie *Randstad* i belgijskie *Vlaamse Ruit.* Projekt biura West 8 *The Blue Isles* (Błękitne Wyspy), zakłada stawienie czoła morzu poprzez budowę pasma 5 wysp o długości od 5 do 25 km i łącznej powierzchni 150 000 ha, które prócz ochrony przeciwpowodziowej, będą pełnić funkcje rekreacyjne i ekologiczne oraz stanowić potencjalną przestrzeń ekspansji ekstensywnej zabudowy [8].

2.2. Nowe formy przestrzeni publicznych – place wodne

Zintegrowane, zlewniowe zarządzanie ryzykiem powodzi wymaga podejmowania działań również w obszarach, które nie są bezpośrednio narażone na ryzyko powodzi rzecznych i morskich, ale których zagospodarowanie ma istotny wpływ na dynamikę przepływów w zlewni zurbanizowanej. W zapobieganiu powodziom miejskim kluczową rolę odgrywa zmniejszanie odpływu powierzchniowego. Retencja wód opadowych i ich zagospodarowanie na powierzchni terenu, w miejscu zaistnienia opadu pozwala uniknąć gwałtownych wezbrań cieków miejskich oraz lokalnych podtopień. Służą temu zrównoważone systemy zagospodarowania wód opadowych (SUDS – *Sustainable Urban Drainage Systems*), które z powodzeniem zastępują tradycyjną kanalizację deszczową [5].

Retencja wody deszczowej należy do priorytetowych założeń strategii rozwoju Rotterdamu. Wysoki poziom wód gruntowych wymusza konieczność magazynowania opadów na powierzchni: począwszy od dachów i przydomowych ogródków, poprzez systemy retencyjne w skali kwartału (il. 3) i dzielnicy (obejmujące m.in. oczyszczające biotopy roślinne, niecki infiltracyjne i otwarte zbiorniki wodne), aż po zbilansowaną gospodarkę wodną w całym mieście z systemem spowolnionego odwadniania ulic i zbiornikami retencyjnymi w formie kanałów, stawów i wodnych parków [9].

Wychodząc z założenia, że deszcz ma być spektaklem, nie kłopotem, wprowadzono innowacyjny system wodnych placów [1] z bogatym arsenałem form architektonicznych wykorzystujących dynamikę wody: pływających ścieżek, wodnych labiryntów, deszczowych kaskad itp. Wodne place nie tylko umożliwiają zmagazynowanie deszczówki, ale zmieniają swój wizerunek i sposób użytkowania w zależności od stopnia wypełnienia wodą, dzięki czemu tworzą przestrzenie publiczne atrakcyjne zarówno w okresach suchych, jak i mokrych (il. 4).

3. Wnioski

Konieczność koegzystencji z wodą może stać się jednym z głównych wyzwań urbanistyki XXI w., ale zmniejszanie zagrożeń powodziowych nie musi odbywać się kosztem jakości przestrzeni miejskiej. Urbanistyczno-przyrodnicza rewitalizacja dolin rzecznych daje szansę tworzenia bezcennej, błękitno-zielonej przestrzeni oddechu w coraz bardziej zatłoczonych metropoliach, a wykorzystanie zmienności przepływów – dodatkowy walor dynamicznej kompozycji przestrzennej. Zagospodarowanie wód opadowych w miejscu zaistnienia opadu, umożliwia redukcję spływów powierzchniowych, a równocześnie kreowanie atrakcyjnych przestrzeni publicznych jak wodne place i ogrody deszczowe.

Kształtowanie miast w dobie wzrostu zagrożeń powodziowych wymaga nowego podejścia do planowania i projektowania urbanistycznego. Podejścia, które w znacznie większym niż dotychczas stopniu musi uwzględniać lokalne warunki hydro-meteorologiczne i efekty globalnych zmian klimatycznych w komponowaniu i zagospodarowaniu przestrzeni miasta.

Przypisy

[1] Strategia *Rotterdam Waterstad 2035* opracowana została we współpracy urzędu miasta Rotterdam z zarządami wodnymi: Hollandse Delta Water Board, Higher Water Board od Delfland, Higher Water Board of Schieland and Krimpenerwaard.

---

1. Introduction – flood hazards versus urban composition

Functional and compositional connections between town and water are legible in the spatial layouts of ancient ports such as Miletus, Piraeus and Alexandria, as well as in the structure of medieval Hanseatic towns such as Lübeck, Hamburg, Bruges and Gdańsk. The close town-water relations gained magnificent architectural setting in open, waterfronts of renaissance Venice and Florence, in Amsterdam's canals built in 17th century, as well as in monumental urban compositions of Rome, Lisbon, Barcelona and Paris with the axis perpendicular to water [6]. Thanks to compositional foreground of water bodies the perception of wide panorama of cities was possible from the wharfs, which became places of cultural exchange and citizens integration. However, the areas of town location, as well as forms of dwellings and ways of spatial development have always been adopted to the local physiographic and climatic conditions. It was in the era of Industrial Revolution, when the antagonism between architecture and

nature has started. In 20th century the human belief in unlimited technical possibilities has led to the expansion of development into the areas, which had been earlier reserved for water [5].

At the turn of the 21st century the processes, which result in the intensification of conflicts between the natural and the built environments, especially the increase of flooding threat, are becoming a common phenomenon [7]. Flood hazard as an essential problem of a city development is also one of the main concerns of the authors of *The New Charter of Athens* (2003). The causes of the threat are, on the one hand, global climate change, noticeable in temperature rise and intensification of extreme weather conditions, which causes sudden rise of river level and storm floods. On the other hand, due to the way of developing cities and the intensity of urbanization processes, residential areas are more and more frequently created in the flood hazard zones which increases the undesirable consequences of the calamities. Moreover, the changes in the management of catchment areas such as deforestation, melioration, swamps drainage, ground sealing etc. lead to flood intensification or to occurring floods in the areas where they have not appeared before. Another reason for the increase of flooding threat is also regulating intervention in the main river bed (narrowing it with flood protection embankments, liquidating meanders and backwaters), which makes the flood wave flow faster and in shorter time as the length of river bed is becoming shorter [7].

The extent of flood risk made the EU countries implement strategic programs such as *Making Space for Water* in Great Britain (2005) and *Room for the Rivers* in Holland (2006), which aim to increase the retention capacity of river valleys and the whole catchment areas as well as to improve the coordination of flood protection with spatial planning. The integrated flood risk management, preferred since the implementation of Floods Directive (2007) [2], includes, among other things, the catchment area approach and actions aiming to develop coexistence with water.

However, the projections of the sea level rise [3] in connection with intensification of hydrological-meteorological extremes put in the question the future of many metropolises located on coasts and in deltas. Are they condemned to the fate of Atlantis?

2. Rotterdam – water city

Holland is a proving ground of 21st century town planning, which is facing new challenges concerning global climate change. Rotterdam has developed from a small fishing village into a harbour city thanks to the strategic location in the delta of the Meuse River. The characteristic triangle shape the Water Town (*Waterstad*) with the wide quay, called *Boompjes*, resulted from the adaptation for water way barter. The city was completely damaged in 1940. In the 1960-s Rotterdam experienced the repeat collapse caused by relocation of port functions to Europoort.

Due to location, which is the lowest of all Dutch cities, Rotterdam is endangered with the North Sea, Meuse River as well as ground water and rainwater. This entails the necessity of a comprehensive approach to flood protection including saving bigger and bigger spaces for rainwater retention in urbanised areas. The city development strategy called *Rotterdam Waterstad 2035* [9] is the effect of integrated planning and accurate cooperation of the city authorities and water boards[1]. Its main objective is not only to protect the city from flood hazards, but also to create a new identity of Rotterdam, which uses water element to enhance its attractiveness.

The strategy provides five priority actions:

– protecting the city from the rising sea level by Atlantic Wall" – flood protection dike – which will divide the city from the river but will also serve as a viewing boulevard,
– creating specific Rotterdam housing environment on the river – modern yet rooted in Dutch tradition building forms such as "water fortresses", houses on terps, tilts, ramparts/jetty, piers, pontoon platforms as well as boat houses mooring in former docks, which will colonise the space given back to the river,
– activating water routes for public transport (water trams and taxis) and connecting them with land transport system as well as developing numerous downtown canals into a net of water routes using their capacity for rainwater retention,
– creating retention public spaces: streets, water squares and parks as well as shaping various downtown water environments ranging from wild enclaves to urbanised spaces for cultural and sports activities,

– concentrating centre-creating functions and the city image-creating spaces by the Meuse River – completing the waterfronts with spectacular and ”waterproof” architecture based on the use of expositional water foreground as well as its visual and functional attractiveness.

2.1. The river as a space of integration and compositional core of the city

Various scenarios of hydrological-meteorological occurrences were considered in order to develop the strategy. The most extreme scenario *Atlantis 2035–2070* predicts 6 m sea level rise, which may result in some city districts disappearance 10 m below sea level [9]. Despite the necessity of dikes construction in the form of “Atlantic Wall” lifted up to 12 m above the average area level (Ill. 1), the project actions were aimed at compositional and functional reintegration of the city with the river. For the extension of the Meuse riverbed, the height of the embankment from the water side is not really perceptible, especially as Boompjes and Kop van Zuid waterfronts are built up with high-rise buildings and connected with the spectacular Erasmus bridge [4]. The opportunity of featuring the vast city panorama will be an unquestionable advantage of the Atlantic Wall, which can become a showcase of Rotterdam (Ill. 2). Boulevards, squares and parks, appearing along the waterfronts, are integrated with active flood protection systems and simultaneously constitute attractive areas of recreation and integration for the inhabitants. The location of Rotterdam prevents controlled penetration of urban areas by flood waters, which is possible in higher situated cities on the basis of flood hazard and flood risk maps. However, the port docks are gradually colonized by new forms of dwellings adapted to changeable water level.

The protection from rising sea level also includes actions undertaken on regional level such as Delta Works flood protection plan and the concept of strengthening the Delta area by constructing a group of artificial islands forming a breakwater for the urbanised *Delta Metropolis* strip which covers two conurbations: Dutch *Randstad* and Belgian *Vlaamse Ruit. The Blue Isles* project by West 8 studio suggests facing the sea by constructing a group of five islands ranging from 5 to 25 km whose total area amounts to 150,000 hectares, which apart from flood protection will have recreational and ecological functions and will constitute potential space for extensive building expansion [8].

2.2. Urban flood protection – rainwater retention

Integrated flood protection management requires undertaking actions also in the areas which are not directly endangered with riverine and coastal floods but whose development considerably influences the dynamics of flows in urbanised basin. Reducing the surface runoff plays a significant role in urban flood prevention. Rainwater retention and management on the surface of the area of rainfall occurrence enables avoiding sudden rising of urban water courses and local inundations. Thus, the *Sustainable Urban Drainage Systems* (SUDS) successfully replace traditional sewage system [5].

Rainwater retention is one of the priority prerequisites of Rotterdam development strategy. High level of ground water makes it inevitable necessity to retain rainwater on the surface: ranging from private roofs and gardens through retention systems on a quarter (Ill. 3) and district level (including among othes: purifying plant biotopes, infiltration basins and open reservoirs) to sustainable water management in the whole city by means of slow street drainage system and retention reservoirs, which form canals, ponds and water parks [9].

The assumption that a rainfall should be a performance and not a nuisance lead to the implementation of an innovative water square system [1] with a variety of architectonic forms using water dynamics such as floating paths, water mazes, rain cascades etc. Water squares not only enable rainwater retention but also change their image and function depending on the water level which provides appealing public spaces both in dry and wet periods (Ill. 4).

3. Conclusions

The necessity of coexistence with water may well become one of the major challenges of the 21st century town planning, but reduction of flood hazards doesn't has to be achieved at the cost of urban space quality. Urban-nature revitalisation of river valleys gives a chance for creating a priceless "blue and green breathing zone" in more and more crowded metropolis and using water flows changeability can be an additional value of dynamic spatial composition. Rainwater management in the place of rainfall occurrence makes it possible to reduce surface runoff and create attractive public spaces, such as water squares and rain gardens, at the same time.

Shaping cities in the time of flooding threats requires a new approach to urban planning and design. The approach which, to much wider extent, must consider local hydro-meteorological conditions and the effects of global climate changes in the process of spatial composition and development of a town.

Ednotes

[1] The strategy *Rotterdam Waterstad 2035* was developed by the authorities of Rotterdam city in cooperation with: Hollandse Delta Water Board, Higher Water Board od Delfland, Higher Water Board of Schieland and Krimpenerwaard.

Literatura/References

[1] Boer F., Jorritsma J., van Peijpe D., *De urbanisten en het wonder waterplein,* Uitgeverij 010, Rotterdam 2010.

[2] Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodzi i zarządzania nim (tzw. *Dyrektywa Powodziowa*), Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 288/27, 6.11.2007

[3] IPCC, *Workshop Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Workshop on Sea Level Rise and Ice Sheet Instabilities* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. Allen, and P.M. Midgley (eds.)]. IPCC Working Group I Technical Support Unit, University of Bern, Bern, Switzerland 2010.

[4] Januchta-Szostak A., *Kreowanie tożsamości na styku wody i miasta,* Urbanista 8/2008, s. 31-33.

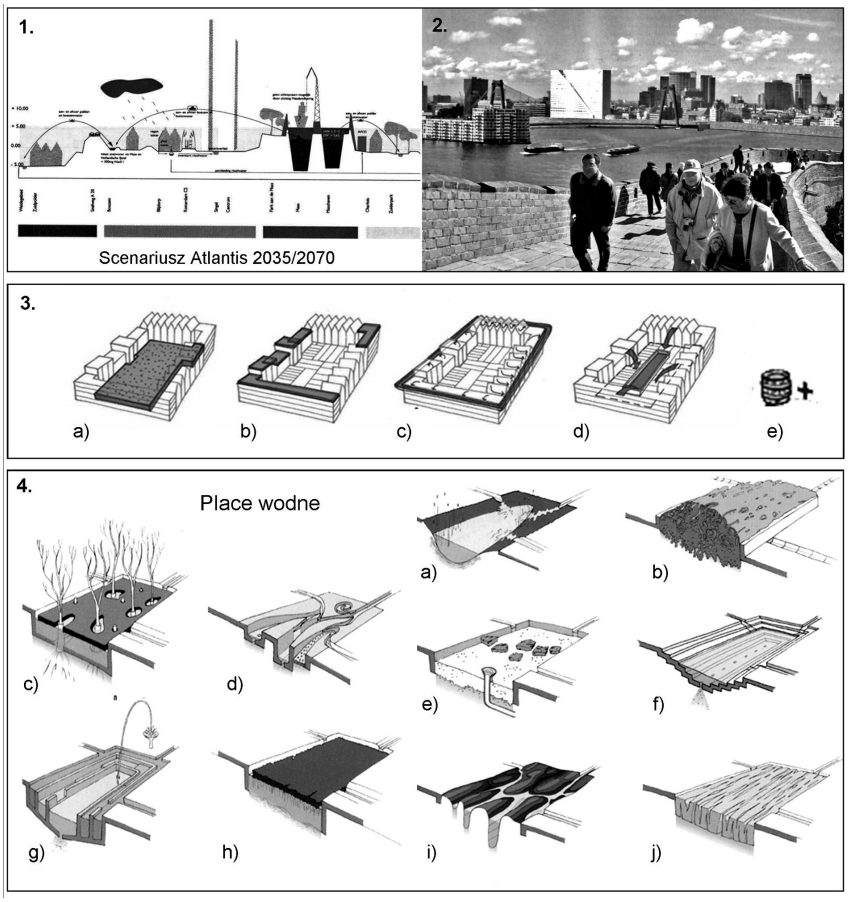
[5] Januchta-Szostak A., *Woda w miejskiej przestrzeni publicznej. Modelowe formy zagospodarowania wód opadowych i powierzchniowych,* seria: Rozprawy nr 454, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2011b.

[6] Kosiński W., *Water in Townscape and in Cityscape – the great and plural factor* [w:] Januchta-Szostak A. (red.), Water in the Townscape, vol. 2, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2009, s. 19-44

[7] Kowalczak P., *Wodne dylematy urbanizacji*, Wyd. Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk, Poznań 2011.

[8] Kuitert W. (red.), *Transforming with water. IFLA 2008 – Proceedings of the 45th World Congress of the International Federation of Landscape Architect*, Blauwdruk/Techne Press, the Netherlands 2008.

[9] *Rotterdam Waterstad* 2035. Internationale Architectuur Biënnale Rotterdam 2005. Episode Publishers, Rotterdam 2005.



II. 1. Rotterdam – mur atlantycki – przekrój miasta [9, s. 38]

III. 1. The Rotterdam Atlantic Wall – section of the city [9, s. 38]

II. 2. Wizualizacja panoramy Rotterdamu z muru atlantyckiego [9, s. 50]

III. 2. Visualisation of the panorama of Rotterdam from the Atlantic Wall [9, s. 50]

II. 3. Rotterdam – elementy służące zagospodarowaniu wód opadowych w kwartale mieszkalnym [9, s. 70]: a) pokryty roślinnością dziedziniec, b) zielone dachy, c) szerokie rynny, d) zbiorniki retencyjne, e) ponowne wykorzystanie wody deszczowej do celów gospodarczych.

III. 3. Rotterdam – elements used fot the rainwater management in a living quarter [9, s. 70]: a) backyard coverd with plants, b) green roofs, c) wide gutters, d) retention basins, e) rainwater reuse for domestic purposes.

II. 4. Rotterdam – Wodne Place – przestrzenie publiczne o zwiększonej pojemności retencyjnej [9, s. 73]: a) staw bioretencyjny, b) plac „gąbkowy“, c) plac pływający z uprawą hydroponiczną, d) wodny plac zabaw, e) plac żwirowy podczyszczający wodę, f) schodkowy zbiornik infiltracyjny, g) wodny labirynt, h) pływający trawnik, i) „kanion“, j) „mata wodochłonna“.

III. 4. Rotterdam – Water Squares – public spaces with increased retention capacity [9, s. 73]: a) bioretention pond, b) „sponge“ square, c) floating square with hydroponic crop, d) water playground, e) water purifying gravel square, f) stepped infiltration basin, g) water maze, h) floating lawn, i) „canyon“, j) „water absorptive mat“.