

Archivolta 4(60)2013 4/2013 s. 37-41

## Arka XXI wieku – architektura wobec zagrożeń

### Ark of the twenty-first century – architecture against threats

Zbigniew E. Fedyczkowski

Podhalańska Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nowym Targu

Słowa kluczowe: architektura, urbanistyka, projektowanie, zmiany klimatu, struktura, mieszkalnictwo

**Keywords:** architecture, urban design digital design, climate change, structures, housing

#### Streszczenie

W wyniku zmian klimatycznych woda stała się nieprzewidywalna, zagrażając zasiedlonym wybrzeżom. W ostatnim stuleciu wzmogła się aktywność huraganów i burz tropikalnych; coraz częściej dochodzi też do podwodnych trzęsień ziemi, wywołujących fale tsunami. Przewiduje się, że do końca XXI w. poziom wód podniesie się o przynajmniej 1 metr, a na niektórych obszarach nawet o 1,5 metra. Zmiany klimatu są obecnie oczywiste, a ich konsekwencje coraz bardziej dramatyczne.

26 września 2013 opublikowano pierwszą część Raportu IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), Ze społu ds. Zmian Klimatu przy ONZ. Raporty tej organizacji są wykorzystywane przy formułowaniu narodowych i międzynarodowych programów klimatycznych i polityki finansowania badań.

Przedstawia się wizję struktur mieszkalnych, które są odporne na klęski żywiołowe. Koncepcja ta opiera się na podniesieniu architektury oraz infrastruktury ponad powierzchnię terenu zagrożonego wysoką wodą. Realizacja takich obiektów przy współcześnie dostępnych technologiach jest w pełni możliwa, a biorąc pod uwagę narastające zagrożenia klimatyczne, takie budowanie jest wręcz konieczne.

#### Abstract

Climate change has dramatically increased the frequency of natural disasters that destroy ever-larger areas inhabited by people. Thus, a complete change in spatial planning concepts is needed. Water has devastated almost every region in the world. The list of countries which have not been struck by the effects of natural disasters is much shorter. Poland has also started to suffer the consequences of climate change, for example, an increasing number of floods.

On September 26, 2013, the first part of the IPCC Report (Intergovernmental Panel on Climate Change) of the Panel on Climate Change at the United Nations was published. The reports of this organization are used in the formulation of national and international climate programs as well as research funding policy.

The number of countries and regions that are or could be, interested in structures resistant to water and force will increase. This is due to climate change, global warming and the increasing incidence of natural disasters. Floods are covering larger and larger areas. At present, most of the European countries have been subjected to some form of natural disasters. Such nations and regions would surely be interested in the response of architecture, urban studies, and spatial planning and management to natural calamities.

This paper aims to describe the development of a structures which are resistant to most of natural disasters and which allow to construct of housing estates. The structures have been designed for use in areas at risk of floods, hurricanes and earthquakes. It eliminates the drawbacks of traditional residential developments, which are not disaster-resistant. The projects allows for the whole urban organisms to be built.

Szeroko rozumiana obronność była zawsze jednym z najważniejszych czynników tworzących strukturę miasta. Przestrzeń miasta kształtowana była w zależności od tego przed czym i jak musieliśmy się bronić. Podkreślenie roli tego czynnika w urbanistyce i architekturze miast jest kluczowe w kontekście problemów, z którymi przyjdzie się zmierzyć w XXI w. Nieprzyjacielem, którego należy się dziś obawiać są kataklizmy będące skutkiem zmieniających się warunków klimatycznych.

26 września br. opublikowano pierwszą część Raportu IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) tj. Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu przy ONZ. Raporty tej organizacji sporządzane od 1990 mają na celu ocenę ryzyka związanego z wpływem człowieka na zmianę klimatu. Są

one wykorzystywane przy formowaniu narodowych i międzynarodowych programów klimatycznych i polityki finansowania badań. Istotny wkład wnoszą także polscy naukowcy z Polskiej Stacji Polarnej Hornsund Instytutu Geofizyki PAN na wyspie Spitsbergen Zachodni, najdalej na północ wysuniętej placówki badawczej. Polska prowadzi bowiem kluczowe serie długofalowych badań, między innymi na lodowcu w Hornsund. Wyniki tych badań są publikowane i wykorzystywane w szerokim kontekście na arenie międzynarodowej. Dostarczają także dla IPCC cennych danych. Kiedy Polacy budowali stację polarną w 1957, usytuowali ją tuż obok największego w okolicy lodowca zwanego Lodowcem Hansa. Dziś, żeby na niego dotrzeć, muszą raz w tygodniu pokonywać po 20 kilometrów, czasem w ekstremalnie trudnych warunkach pogodowych. Na własne oczy widzą, jak szybko postępująca topnienie północnej pokrywy lodowej. Klimat się ociepla i systematycznie podnosi się poziom mórz i oceanów na planecie Ziemia.

Woda, która od zarania dziejów była sprzymierzeńcem człowieka i ważnym elementem obronnym osad ludzkich, staje się groźnym przeciwnikiem. Wykopaliska archeologiczne świadczą, że ludzie najchętniej osiedlali się nad wodą. Dzięki niej był kontakt niemal z całym światem. To ona – woda – umożliwiła, wraz z rozwojem budowy jednostek pływających, podróżowanie wokół ziemi. Woda dostarczała pożywienia. Tam gdzie spotyka się z lądem ukształtowały się jedne z najpiękniejszych terenów naturalnych.

Od początku osadnictwa ludzie otaczali się palisadami i murami, które chroniły ich przed najeźdźcą. Pierścienie murów obronnych determinowały urbanistykę miasta. Sztuka wznoszenia fortyfikacji rozwijała się na przestrzeni wieków. Gdy wraz z rozwojem broni palnej nastąpiła zmiana taktyki zdobywania miast, obniżano mury obronne, które w XIX w. stały się już przeżytkiem. Burzono je, a pozyskane tereny przeznaczano na parki lub poszerzenie arterii komunikacyjnych.

Paradoksalnie dziś, w XXI w. wracamy do koncepcji murów obronnych jako ochrony przed coraz częściej atakującymi nas żywiołami. W miastach takich jak Nowy Jork rozważa się budowę olbrzymich zapór broniących przed uderzeniami fal powodziowych. Równocześnie rośnie liczba osób zamieszkujących tereny zagrożone. Już raport IPCC z 2007 podaje, że blisko 1.2 miliarda ludzi, a więc 1/6 populacji planety zagrożona jest obecnie kataklizmami związanymi z zasiedlaniem terenów nadmorskich. Liczba ta wciąż wzrasta (prognozy mówią aż o 5 miliardach ludzi do 2080)<sup>1</sup>. Blisko 30% współczesnych inwestycji lokowanych jest na terenach określanych jako powodziowe<sup>2</sup>. We wrześniu 2013 IPCC opublikował pierwszą część nowego raportu, który potwierdza m.in. stałe podnoszenie się poziomu morza i zwiększające się ryzyko kataklizmów.

### **Nowe oblicze żywiołu**

W wyniku zmian klimatycznych woda stała się nieprzewidywalna, zagrażając zasiedlonym wybrzeżom. W ostatnim stuleciu wzmożła się aktywność huraganów i burz tropikalnych; coraz częściej dochodzi też do podwodnych trzęsień ziemi, wywołujących fale tsunami. Przewiduje się, że do końca XXI w. poziom wód podniesie się o przynajmniej 1 metr, a na niektórych obszarach nawet o 1,5 metra<sup>3</sup>. Zmiany klimatu są obecnie oczywiste, a ich konsekwencje coraz bardziej dramatyczne.

Magazyn *National Geographic Polska* we wrześniowym numerze, w artykule pt. *Wysokie morza* sygnalizuje wzrastającą liczbę aglomeracji zagrożonych zalaniem. Jest ich teraz 136, zamieszkałych przez 40 milionów mieszkańców, a wartość ich zagrożonego majątku szacuje się na 3 biliony USD.

Należy zatem zwrócić szczególną uwagę na zagrożenia ze strony stale podnoszącego się poziomu wód mórz i oceanów oraz zbyt ostrożnych szacunków naukowców<sup>4</sup>. Szczególnie narażona i już doświadczona przez kataklizmy naturalne jest dziś Ameryka Północna. Na zachodnim wybrzeżu USA spodziewane są trzęsienia ziemi i erupcje wulkaniczne, które niejednokrotnie skutkować mogą falami

<sup>1</sup> por. R. J. Nicholls, P. P. Wong, V. R. Burkett, J. O. Codignotto, J. E. Hay, R. F. McLean, S. Ragoonaden and C. D. Woodroffe, *Coastal systems and low-lying areas*, w: M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden, C. E. Hanson (red.) *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge 2007, s. 315-356.

<sup>2</sup> por. M. R. Stevens, Y. Song, P. R. Berke, *New Urbanist Development in flood-prone areas. Safe development, or safe development paradox?*, *Natural Hazards*, 53 (2010), s. 605-629.

<sup>3</sup> por. R. J. Nicholls, P. P. Wong, V. R. Burkett, J. O. Codignotto, J. E. Hay, R. F. McLean, S. Ragoonaden, C. D. Woodroffe, op. cit., s. 315-356.

<sup>4</sup> por. T. Folger, *Wysokie morza*, *National Geographic Polska*, wrzesień 2013 (168), s. 46-68.

tsunami. Osunięcie się wulkanu Kilauea na Hawajach może spowodować megatsunami o szerokości 750 kilometrów i wysokości fali dochodzącej do 30 metrów<sup>5</sup>. Huragany, tornada i tajfuny nawiedzają już południowe i zachodnie wybrzeża Ameryki Północnej. Niebezpieczeństwo stanowi nawet niestabilna wyspa La Palma w archipelagu Wysp Kanaryjskich, która przy częściowym osunięciu się do oceanu może spowodować tsunami na wschodnim wybrzeżu USA o wysokości fali 30 metrów<sup>6</sup>. Pokrycie strat wyrządzonych tylko przez huragan Irene w Nowym Jorku i okolicach w roku 2012 kosztowało rząd USA 65 miliardów dolarów<sup>7</sup>. Specjaliści z Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University przestrzegają, iż tego typu powodzie będą coraz częstsze wraz ze wzrostem poziomu morza. Pod koniec stulecia mogą zdarzać się już nawet raz na dwa lata<sup>8</sup>.

### **Dotychczas proponowane rozwiązania**

Istnieją dwie koncepcje rozwiązania tego problemu. Pierwsza z nich zakłada budowanie barier od strony systematycznie podnoszącego się morza. Druga, ucieczkę, czyli wysiedlenie ludności z terenów najbardziej zagrożonych. Zaproponować jednak można trzecie rozwiązanie – przedstawianą tu koncepcję miast-okrętów, skutecznie mogących przyjąć uderzenia wysokich fal i huraganów.

Najczęściej dyskutowana jest koncepcja stworzenia odpowiedniej bariery przeciwpowodziowej, lecz ma ona wielu przeciwników. Nawet najnowszy raport NPCC (New York City Panel on Climate Change) dystansuje się od tego pomysłu, traktując go jako mało realny, wymagający wieloletniego wysiłku i trudny do adaptacji<sup>9</sup>. Ponadto, czy bariery oprą się potężnej sile wiatru czy podnoszącemu się poziomowi mórz. Co więcej, po zamknięciu kanałów rzeki wpadające do Zatoki Nowojorskiej wypełniałyby zamknięty obszar wodą w tempie 1 metra na dobę<sup>10</sup>. W razie potencjalnej powodzi jest to więc wybór mniejszego zła. NPCC poszukuje rozwiązań łatwiejszych do zastosowania przy zmieniających się warunkach klimatycznych<sup>11</sup>. Zapora nie spełnia jednak tego warunku. Musiałaby być ona stale podwyższana i modernizowana podczas podnoszenia się poziomu morza<sup>12</sup>. Konstrukcja takiej tamy w Japonii była obliczona na odparcie najwyższej fali jaka kiedykolwiek zaatakowała wyspy. Jednak tsunami w 2011 okazało się silniejsze, a skutki katastrofy są teraz nieodwracalne. W takich przypadkach funkcjonuje prosty, lecz błędny mechanizm myślenia. Za największe niebezpieczeństwo uznaje się to, które już minęło. Przy narastających efektach zmian klimatycznych ta logika nie ma racji bytu. System zapór przeciwpowodziowych, występujący między innymi w Sankt Petersburgu czy Holandii, w odniesieniu do wielu innych zagrożonych miejsc, jest nieopłacalny.

Jedynym słusznym rozwiązaniem wydaje się zatem ucieczka z terenów zagrożonych. Całkowity odwrót od morza nie jest jednak możliwy. Wytyczne dla miasta Nowy Jork zawarte w raporcie NPCC skupiają się więc na rozwiązaniach kryzysowych, mających jak najwcześniej ostrzec przed zagrożeniem oraz jak najsprawniej przeprowadzić ewakuację<sup>13</sup>.

Taki sposób myślenia również prowadzi donikąd, o ile nie idzie w parze z odpowiednim rozwojem infrastruktury (dróg ucieczki). Na szczęście eksperci NPCC sporo uwagi poświęcają też konieczności przebudowy struktury miasta i stworzenia nowych standardów architektoniczno-urbanistycznych. Jedna z wytycznych mówi wprost: "standardy projektowe mogą być przeformułowane tak, aby brały pod uwagę prognozy zmian klimatycznych; aby infrastruktura była w długim okresie czasu przygo-

<sup>5</sup>patrz: artykuł red. *Ziemia planeta wulkanów*, Świat Wiedzy, wrzesień 2013, s. 84.

<sup>6</sup>por. Ibidem, s. 85.

<sup>7</sup>por. *Hurricane Sandy, drought cost U.S. 100 billion*,

<http://www.usatoday.com/story/weather/2013/01/24/global-disaster-report-sandy-drought/1862201/> [portal informacyjny USA Today], (z dnia 24. 01. 2013).

<sup>8</sup>por. K. H. Jacobs, N. Edelblum, J. Arnold *MEC regional assessment: Risk increase to infrastructure due to sea level rise*, [http://metroeast\\_climate.ciesin.columbia.edu/infrastructure.html](http://metroeast_climate.ciesin.columbia.edu/infrastructure.html) [www. Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University], (z dnia 16. 07. 2013).

<sup>9</sup>por. R. Zimmerman, C. Faris, *Infrastructure impacts and adaptation challenges*, w: New York City Panel on Climate Change, *Climate Change Adaptation in New York City: Building a Risk Management Response*, Annals of the New York City Academy of Sciences, maj 2010 (1196), s. 76.

<sup>10</sup>por. M. Fischetti, *o Huragan stulecia co dwa lata*, Świat Nauki, no. 263, lipiec 2013, s. 52.

<sup>11</sup>por. New York City Panel on Climate Change *Climate Change Adaptation in New York City: Building a Risk Management Response*, Annals of the New York City Academy of Sciences, maj 2010 (1196), s.143-146.

<sup>12</sup>por. M. Fischetti, *ibidem*.

<sup>13</sup>por. R. Zimmerman, C. Faris, *New York City Panel on Climate Change*, *op.cit.*, s. 143-146.

towana na odparcie przyszłych niebezpieczeństw"<sup>14</sup>.

### **Budynki muszą bronić się same**

Rozwiązaniem problemu wydaje się być koncepcja miast-okrętów, czy miast zawieszonych na linach, podniesionych wystarczająco wysoko ponad powierzchnię terenu.

Prowadząc rozważania na temat zmian klimatycznych, trzeba zwrócić uwagę, że w projektowaniu standardowych konstrukcji budowlanych nie brano do tej pory pod uwagę huraganowych obciążeń wiatrem o wielkiej sile, ani też obciążeń wynikających z fal uderzeniowych. Przy nasileniu się intensywności zmian klimatycznych, pojawiają się silne wiatry wiejące z prędkością 200 km/godzinę. W USA nawet odnotowano wiatr o prędkości 461 km/godz.. W takich przypadkach ma się zatem do czynienia z potężną siłą destrukcyjną.

Nasuwa się więc pytanie jak konstruować budynki, aby siła wody i huraganu nie była dla nich zagrożeniem? Jak zmienić filozofię projektowania i w jakim kierunku powinien podążać rozwój struktur budowlanych? Musimy bronić się przed potężnymi siłami nacierającymi w poziomie i zapewnić stabilność strukturom tak, aby każda z nich mogła się im przeciwstawić, a także dać odpór atakom obiektów porwanych przez wiatr lub wodę, jednocześnie nie dając się porwać. Opracowanym przez autora tego artykułu rozwiązaniem jest koncepcja podniesienia ponad poziom zalewowy wszystkiego co stworzył i użytkuje człowiek. Na terenach zagrożonych wysokość ta ma być adekwatna do najwyższego poziomu wody prognozowanego na koniec stulecia.

Konstrukcją pozwalającą na osiągnięcie pożądanej integralności budynków powinna być struktura wantowa. Wanty mogą z powodzeniem utrzymywać budynki lub ich zespoły na odpowiedniej wysokości, pracując podobnie jak w mostach wiszących lub podwieszonych. Dlatego przedstawiana tu idea miast przyszłości to wizja miast wiszących, które będą niczym żagle ogromnych statków czy okrętów. W ten sposób podnieść można nie tylko obiekty mieszkaniowe (od jednorodzinnych aż po wieżowce), ale także utrzymywać ponad powierzchnią terenu ścieżki piesze, rowerowe, infrastrukturę komunalną itp.

### **Transport i infrastruktura**

W obszarach narażonych na kataklizmy ulegają zniszczeniu nie tylko budynki. W czasie powodzi przestaje istnieć zintegrowana z powierzchnią terenu infrastruktura transportu samochodowego i kolejowego, a więc jezdnie, szyny i torowiska. Metro, jak pokazuje przykład Nowego Jorku, ma największe trudności z odparciem ataku wody. Zostaje zalane w pierwszej kolejności. Przestają funkcjonować także lotniska.

Podniesione wysoko trakcje kolejowe są już stosowane na świecie. Na przykład w Vancouver i Seattle szybka kolej miejska (tzw. Sky Train) porusza się po torowiskach uniesionych nawet o kilka kondygnacji powyżej poziomu terenu. Ruch pociągów nie koliduje wtedy z ruchem drogowym, dzięki czemu są one szybkie i punktualne. Co najważniejsze, są bezpieczne. Vancouver bowiem zaliczane jest również do miejsc szczególnie narażonych na kataklizmy. Podczas powodzi Sky Train może funkcjonować bez przeszkód. Również w przypadku lotnisk rozwiązaniem może być budowa pasów startowych powyżej terenu, ponad poziomem zalewowym.

Pozostaje cały układ nerwowy miasta, to znaczy linie sieci elektrycznych. Przypomnieć można, że huragan Sandy pozbawił elektryczności połowę Nowego Jorku. Systemy infrastruktury, również dostęp do wody i kanalizacji, powinny więc być najlepiej strzeżonymi elementami miasta. To dzięki ich ochronie miasto będzie mogło funkcjonować normalnie w czasie powodzi lub huraganu. Dlatego zarówno sieć elektryczną, jak i cały system infrastruktury prowadzonej pod powierzchnią ziemi należałoby przenieść na możliwe najwyższe poziomy.

### **Forma odporna na ataki**

Miasta nie należy chować za murami, tamami, wałami i barierami. Wszystkie wymienione formy barier mają wspólną cechę: są pionowe. Taka przeszkoda stawia największy opór wodzie, co nie przekłada się jednak na skuteczność ochrony. Konstrukcje, budowle, mola, powinny być osłonięte przez kadłuby podobne do tych, jakie mają statki, okręty. Ich opływowy kształt nawiązywałby do

---

<sup>14</sup> R. Zimmerman, C. Faris, op. cit. (cyt. w j. ang. *Design standards can be recalibrated to include climate change projections so that long-lasting infrastructure will be prepared to withstand future threats*), s. 144.

form zaprojektowanych już przez naturę tak, by żyć w środowisku wodnym. Wszystko co woda spotyka na swojej drodze na wybrzeżu powinno mieć kształty obłe, organiczne.

Burze tropikalne, huragany i tornada to strumienie pędzącego powietrza, walczące i wygrywające z każdą prostopadłą przeszkodą. Pionowa ściana stawia największy opór wiatrowi. Rezultatem ich stosowania są amerykańskie miasta spustoszone po przejściu huraganowych wiatrów. Górna część struktur budowlanych powinna być tak zaprojektowana, aby strumień wiatru swobodnie ją opływał. Wysokościowce, tu przedstawione, a zaprojektowane z myślą o zagrożeniach klimatycznych, mają kształty klinów, aby jak najlepiej rozcinały pędzący wiatr. Podobnie rzecz się ma w przypadku architektury jednorodzinnej, gdzie również minimalizowanie powierzchni prostopadłych do wiatru wydaje się być koniecznością.

### **Życie na wysokościach**

Proponowane powyżej rozwiązania wymagają stworzenia napowietrznego systemu wzajemnych powiązań. Można je nazwać mostami wiszącymi, ponieważ będą zbudowane analogicznie. Muszą być odporne na huragany i trąby powietrzne. Nasze mosty będą mogły przenieść pieszych, rowerzystów i lekkie pojazdy napędzane energią odnawialną. Pod mostami będą poprowadzone kanały technologiczne przeprowadzające wszelkiego rodzaju media.

Nie często realizuje się jednak koncepcje przestrzeni publicznych na wysokościach. Przedstawiana tu wizja obejmuje takie przestrzenie jak: wiszące, ulice, ogrody i place, dostępne z najwyższych nawet pięter, z których rozciągały by się fantastyczne widoki. Służyłyby nie tylko komunikacji, ale również rekreacji, mogłyby być miejscem uprawiania sportów itp. Tych przestrzeni na różnych poziomach byłoby tyle, żeby wszyscy mieli do nich szybki dostęp. Miasta powinny ustanowić prawa, które narzucałyby deweloperom obowiązek zaprojektowania i zabudowania ostatnich kondygnacji tak, aby przestrzeń ta była dostępna dla rekreacji, życia towarzyskiego, odpoczynku i rozrywki. Powinna być estetyczna i spełniać wszystkie wymagania dobrej architektury. W koronach wysokościowców można umieścić też kolektory słoneczne i ogniwa fotowoltaiczne oraz kolektory deszczówki.

Podsumowując rozważania, przedstawiona koncepcja opiera się na podniesieniu architektury oraz infrastruktury ponad powierzchnię terenu zagrożonego wysoką wodą. Realizacja takich obiektów przy współcześnie dostępnych technologiach jest w pełni możliwa, a biorąc pod uwagę narastające zagrożenia klimatyczne, takie budowanie jest wręcz konieczne. Na wyższych kondygnacjach znajdzie zatem transport (głównie lekki), oraz tam też będzie przebiegać życie społeczne i towarzyskie. Budynki i połączenia pomiędzy nimi, zawieszane na linach, stanowiłyby rodzaj wiszącego miasta, zupełnie bezpiecznego w czasie trwającego kataklizmu. Przed powodzią chroniłaby mieszkańców wysokość, zaś przed huraganowym wiatrem odpowiednio kształtowana architektura. Skoro powierzchnia Ziemi przestaje być dla nas bezpieczna ma powodu, dla którego nie mielibyśmy zacząć szukać schronienia na wysokościach.

### **BIBLIOGRAFIA**

- [1] T. Folger, *Wysokie morza*, National Geographic Polska, wrzesień 2013 (168), s. 46-68.
- [2] K. H. Jacobs, N. Edelblum, J. Arnold *MEC regional assessment: Risk increase to infrastructure due to sea level rise*, <http://metroeast.climate.ciesin.columbia.edu/infrastructure.html> [www. Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University], (z dnia 16. 07. 2013).
- [3] R. J. Nicholls, P. P. Wong, V. R. Burkett, J. O. Codignotto, J. E. Hay, R. F. McLean, S. Ragoonaden and C. D. Woodroffe, *Coastal systems and low-lying areas*, w: M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden, C. E. Hanson (red.) *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge 2007, s. 315-356.
- [4] M. R. Stevens, Y. Song, P. R. Berke, *New Urbanist Development in flood-prone areas. Safe development, or safe development paradox?*, *Natural Hazards*, 53 (2010), s. 605-629.
- [5] R. Zimmerman, C. Faris, *Infrastructure impacts and adaptation challenges*, w: New York City Panel on Climate Change, *Climate Change Adaptation in New York City: Building a Risk Management Response*, *Annals of the New York City Academy of Sciences*, maj 2010 (1196).