

Zarządzanie wodami deszczowymi w Kopenhadze



dr hab. inż. arch.
KATARZYNA MAZUR, PROF. PŚ
Politechnika Śląska
Wydział Architektury
ORCID: 0000-0002-1499-0012

Przedmiotem artykułu jest przebudowa błękitno-zielonej infrastruktury Kopenhagi w kontekście adaptacji do zmian klimatu. Badania przeprowadzono w oparciu o analizę dokumentów strategicznych i planistycznych, wizytę studialną oraz badania terenowe.

Wprowadzenie

Adaptacja do zmian klimatu jest ściśle powiązana z długoterminowym planowaniem rozwoju obszarów miejskich, obszarów przyrodniczych, a także z gospodarowaniem wodami gruntowymi, opadowymi, ściekami itp. Wymaga wielopłaszczyznowej współpracy wszystkich interesariuszy od początku tworzenia strategii miejskich, przez opracowanie szczegółowych projektów, aż po ich realizację. Przebudowa miasta i jego infrastruktury pod kątem adaptacji do zmian klimatu, jako proces bardzo kosztowny, powinna odbywać się przy pełnej świadomości społeczeństwa nie tylko zagrożeń, ale przede wszystkim korzyści społecznych, ekonomicznych i środowiskowych, jakie za sobą niesie rozwiązanie miasta odpornego i zrównoważonego. Przykładem takich działań prowadzonych na ogromną skalę jest miasto Kopenhaga.

Zakres badań

Artykuł prezentuje wycinek badań na temat przebudowy błękitno-zielonej infrastruktury w kontekście adaptacji do zmian klimatu. Zgodnie ze współczesnym paradygmatem rozwoju miast odpornych na zmiany klimatu działania z zakresu błękitno-zielonej infrastruktury podzielić można na te, które dotyczą [1], [2]:

- zrównoważonego gospodarowania wodą deszczową, gruntową i gospodarką ściekową (Water Sensitive Urban Design);
- zrównoważonego zagospodarowania wodami opadowymi (Sustainable Urban Drainage Systems);
- retencjonowania, oczyszczania i rozszczepiania wód opadowych w naturalny sposób (Sponge City).

W niniejszym artykule zakres badanych zagadnień został ograniczony do działań planistycznych i urbanistycznych podejmowanych w przestrzeniach publicznych Kopenhagi, a w szczególności w odniesieniu do

placów miejskich, parków oraz ulic. Badania przeprowadzono w oparciu o analizę dokumentów strategicznych i literatury przedmiotu, a także studium przypadków, opracowane na podstawie wizyty studialnej oraz badań terenowych, które miały miejsce w listopadzie 2021 roku. Celem pracy jest identyfikacja zasadniczych strategii i działań wdrożeniowych, które w odpowiedzi na zmieniające się warunki klimatyczne należy podjąć w zakresie przebudowy błękitno-zielonej infrastruktury miast, ze szczególnym uwzględnieniem przestrzeni publicznych w obszarach intensywnie zabudowanych.

Strategie, plany i wdrożenia

Strategie przeciwdziałania negatywnym skutkom zmian klimatu od kilkunastu lat są uznawane za jedno z najistotniejszych dla rozwoju współczesnych miast. Unia Europejska w 2011 roku przyjęła Strategię adaptacji do zmian klimatu, w której trzy najważniejsze cele to: pomoc w działaniach adaptacyjnych na poziomie krajów członkowskich, podejmowanie lepszych decyzji opartych na wiedzy o zmianie klimatu, zapewnienie odporności na zmianę klimatu w kluczowych sektorach gospodarki (rolnictwie, rybołówstwie i infrastrukturze) [3], [4]. Od tamtej pory wiele europejskich miast opracowało strategię i plany adaptacji do zmian klimatu i rozpoczęło ich wdrażanie. Wśród najważniejszych wymienić można kolejno: Kopenhagę (Climate Adaptation Plan, 2011), Londyn (Managing risks and increasing resilience, The Mayor's Climate Change Adaptation Strategy, 2011), Helsinki (Metropolitan Area Climate Change Adaptation Strategy, 2012), Rotterdam (Climate Change Adaptation Strategy, 2013), Bolonię (Local Urban Environment Adaptation Plan for a Resilient City, 2015), Paryż (Adaptation Strategy Paris Climate & Energy Action Plan, 2015), Berlin (Adaptation Concept of the Impact of Climate Change in Berlin, 2016), Lizbonę (Climate Change Adaptation Metro-

litan Plan, 2018), Pragę (Capital City of Prague Climate Change Adaptation Strategy, 2020) oraz Oslo (Climate Strategy for Oslo towards 2030, 2020).

Prace nad strategią Kopenhagi rozpoczęto już w 2010 roku, po gwałtownym oberwaniu chmury i częściowym zalaniu przedmieść. Zaledwie rok później – 2 lipca 2011 roku – miała miejsce kolejna powódź. Tym razem w wyniku gwałtownej ulewy w ciągu 2 godzin w stolicy Danii spadło 150 mm deszczu (czyli 150 litrów/m²). Istniejąca infrastruktura miejska i systemy przeciwpowodziowe nie były przygotowane na taką sytuację. Miasto doznało ogromnych zniszczeń własności publicznej i prywatnej, a szkody oszacowano na ponad miliard dolarów. Skalę ulewy i powodzi zakwalifikowano jako 1000-letnią [5]. Jednakże natura rzadzi się swoimi prawami i nie uznaje zasad statystyki – miasto zostało ponownie doświadczone kolejnym takim wydarzeniem już 3 lata później (w 2014 roku), kiedy w wyniku gwałtownej nawałnicy nastąpiła kolejna powódź 1000-letnia.

Strategie przeciwdziałania negatywnym skutkom zmian klimatu od kilkunastu lat są uznawane za jedno z najistotniejszych dla rozwoju współczesnych miast.

W efekcie tych wydarzeń Kopenhaga opracowała szereg dokumentów o charakterze strategicznym, planistycznym i wdrożeniowym, które systematycznie realizuje: CPH2025 Climate Plan – A Green, Smart and Carbon Neutral City (2012), Copenhagen Solutions for Sustainable Cities (2014), Urban Nature in Copenhagen – Strategy 2015–2025 (2015), Climate adaptation in urban development – Five solutions with added value for the city (2016), Good-practice guides oraz szereg planów miejscowych.

Prace nad strategią Kopenhagi rozpoczęto już w 2010 roku, po gwałtownym oberwaniu chmury i częściowym zalaniu przedmieść.

Z punktu widzenia przebudowy błękitno-zielonej infrastruktury pod kątem odporności miasta na skutki nawałnych deszczy z pewnością do najistotniejszych należą plany: Copenhagen Climate Adaptation Plan z 2011 r. [6], The City of Copenhagen Cloudburst Management Plan z 2012 r. [5] oraz bardziej szczegółowe masterplany wybranych fragmentów miasta, wydzielanych w oparciu o zlewnie oraz podział na dzielnice, jak np. Cloudburst Masterplan for Ladegårdså, Frederiksberg East & Vesterbro [7] opracowany przez firmę Ramboll w 2013 roku. Analiza tych dokumentów połączona z badaniami terenowymi pokazały, że w procesie przebudowy Kopenhagi pod kątem jej adaptacji do nawałnych deszczy połączono kilka typów działań powierzchniowych i podziemnych. Są to przede wszystkim [6], [5], [7]:

1. Kolektory deszczowe (ang. *cloudburst pipe*) – w związku z niewydolnością systemu kanalizacji miasta, brakiem miejsca na zwiększenie przekrojów rur kanalizacyjnych oraz zagrożeniem epidemiologicznym w sytuacjach powodziowych miasto podjęło przebudowę systemu kanalizacyjnego, aby rozdzielić kanalizację deszczową od sanitarnej. Ponadto na obszarach intensywnie zabudowanych, na których brakuje powierzchni dla rozwiązań naziemnych, kolektory magazynują wodę deszczową i umożliwiają jej spływ w taki sam sposób jak drogi deszczowe. Zaobserwowano, że dobre efekty przynosi łączenie rozwiązań podziemnych z retencją powierzchniową.
2. Drogi deszczowe (ang. *cloudburst road*) – stanowią wielofunkcyjne rozwiązania, które sprawdzają się zarówno podczas lekkiego deszczu, jak i podczas deszczy nawałnych. Rozwiązanie to służy do wypełniania ulicy wodą deszczową i powolnego odprowadzania jej. Przebudowa ulicy na drogę deszczową wiąże się z nadaniem jej przekroju w kształcie litery V, a także z podniesieniem chodników i krawężników, aby zapewnić przepływ wody środkiem drogi, z dala od budynków. Jest to działanie nowatorskie w stosunku do tradycyjnej praktyki inżynierskiej budowy dróg. Dodatkowo, jeśli miejsce na to pozwala, wzdłuż brzegów dróg buduje się kanały (fot. 1.) i rowy bioretencyjne. Dzięki takim rozwiązaniom wody z ulewnych deszczy są gromadzone, filtrowane i oczyszczane, odprowadzane do rzek lub kanałów albo do systemu podziemnych kolektorów deszczowych.



Fot. 1. Kanał gromadzący wodę pomiędzy ulicami, pod linią metra, dzielnica Ørestad, Kopenhaga; źródło: fot. autor, 24.11.2021

3. Ulice i bulwary gromadzące wodę (ang. *detention street, retention boulevard*) – rozwiązanie to stosuje się na terenach położonych wyżej w stosunku do obszarów podatnych na zagrożenia powodziowe. Zadaniem tak zaprojektowanych ulic jest zatrzymywanie wody deszczowej podczas nawałnicy, a co za tym idzie, odciążenie wrażliwych punktów w dole zlewni. W obrębie ulic tworzone są zbiorniki retencyjne, liniowe zagłębienia itp. (fot. 2.).
4. Zielone ulice (ang. *green street*) – mają za zadanie gromadzenie wody w czasie nawałnicy i opóźnianie jej spływu do dróg deszczowych, z którymi się łączą. Posiadają: rowy, zbiorniki i niecki bioretencyjne oraz nawierzchnie przepuszczalne.
5. Główne obszary retencyjne (ang. *central retention area*) – na terenach skwerów, parków i placów miejskich w Kopenhadze tworzone są centralne obszary retencyjne. Ich rolą jest opóźnienie spływu wód opadowych do kanalizacji deszczowej i dróg deszczowych. W tym celu wyko-

nuje się np. niecki retencyjne, zagłębienia, obniżone boiska z miejscami do siedzenia itp. Ich zaletą jest powiązanie funkcji retencyjnych z krajobrazowymi i rekreacyjnymi. Alternatywnie można łączyć retencjonowanie powierzchniowe z podziemnymi magazynami wody w postaci skrzynek lub kolektorów. Przykładem takiej realizacji jest przebudowa parku Enghave o pow. 35 000 m² w dzielnicy Vesterbro, projektu biur: Tredje Natur, COWI i Platant. Podjęte działania zachowały charakter parku, założonego w latach 20. XX wieku, przy jednoczesnym wprowadzeniu kilku ulepszeń sprzyjających retencyjności tego terenu, m.in.: boisko do hokeja obniżono o 3 m (dzięki czemu może zgromadzić 4500 m³ wody) (fot. 3.), ogród różany obniżono o 0,5 m i zaopatrzone w kolektory podziemne (dzięki temu ta część parku magazynuje 5400 m³ deszczówki), a cały park zaopatrzone w grodzie, które pozwalają na odcięcie jego części od otoczenia i wypełnienie wodą deszczową. Dzięki tym





Fot. 2. Ulica gromadząca wodę – Scandiagade, Kopenhaga; źródło: fot. autor, 24.11.2021

i wielu innym rozwiązaniom Enghaveparken może bezpiecznie retencjonować nawet do 22 600 m³ wody deszczowej.

Wyniki badań

Proces transformacji poszczególnych systemów miejskich w kierunku miast odpornych, zrównoważonych i zapewniających dobrą jakość życia jest współcześnie niezbędnym elementem miejskiej polityki przestrzennej [1], [8]. Opracowanie planów adaptacji i strategii miejskich wymaga holistycznego podejścia do zagadnienia i działania w różnych skalach. Istotne jest też zrozumienie, że błękitna infrastruktura jest zbiorem naczyń połączonych i jako taka musi być zarządzana w obrębie zlewni.

Działania wdrażane w Kopenhadze pokazują, że współcześnie odchodzi się od działań służących jedynie przyspieszeniu odpływu wód deszczowych [8]. Zamiast przestarzałych metod ochrony przeciwpowodziowej propaguje się stosowanie rozwiązań uwzględniających naturalne uwarunkowania hydrodynamiczne występujące w obszarze zlewni. Oprócz rozdzielenia kanalizacji sanitarnej od burzowej stosuje się czasowe lub długoterminowe gromadzenie nadmiaru wód deszczowych w obszarach do tego przygo-

Wody deszczowe pochodzące z ekstremalnie intensywnych opadów deszczu mogą być odprowadzane lub magazynowane na dwa sposoby: na poziomie gruntu lub pod ziemią.

towanych, a następnie powolne ich odprowadzenie lub po oczyszczeniu wykorzystanie do celów rekreacyjnych i użytkowych.

Wody deszczowe pochodzące z ekstremalnie intensywnych opadów deszczu mogą być odprowadzane lub magazynowane na dwa sposoby: na poziomie gruntu lub pod ziemią. Łatwiejsze i tańsze w realizacji są działania prowadzone na poziomie gruntu. Ich dodatkową zaletą jest możliwość łączenia z zielenią i kształtowania zmiennych w czasie oraz odbiorze, wielofunkcyjnych przestrzeni publicznych. Jednakże w związku z tym, że tego typu rozwiązania wymagają znacznych przestrzeni, są preferowane w częściach miasta o mniejszej intensywności zabudowy lub w obrębie istniejących parków miejskich. Z kolei podziemne zbiorniki

wodne i systemy czasowego zalewania przestrzeni publicznych dobrze sprawdzają się w przypadku m.in. placów miejskich i boisk sportowych. Uzupełnieniem rozwiązań przeciwpowodziowych na terenach gęsto zabudowanych są tzw. drogi deszczowe, zielone ulice i ulice gromadzące wodę, które w przypadku deszczy nawalnych mogą w sposób liniowy retencjonować wodę na powierzchni, równocześnie zachowując częściowo swoje funkcje komunikacyjne, a także chroniąc budynki przed zalaniem. Należy podkreślić, że z analizy wynika, iż optymalne efekty daje systemowe podejście i synergia kilku rodzajów rozwiązań.

Podsumowanie

Przeprowadzone badania zarówno pod kątem wspomnianych w artykule dokumentów strategicznych i planistycznych, jak również obserwacja i analiza wdrożonych w Kopenhadze rozwiązań potwierdziły złożoność problemu adaptacji miast do zmian klimatu. Pokazały także, że są to działania długofalowe i jako takie muszą być konsekwentnie prowadzone przez lata przy współpracy na różnych szczeblach decyzyjnych oraz przy jak największym zrozumieniu i akceptacji społecznej.



Fot. 3. Obniżone boisko w Parku Enghave, Kopenhaga; źródło: fot. autor, 25.11.2021

Badanie pokazało także, że miasto Kopenhaga jest ośrodkiem innowacyjnych praktyk planistycznych, urbanistycznych i inżynierskich w dziedzinie zarządzania wodami opadowymi i łagodzenia skutków powodzi w miastach. Stąd też wdrażane w stolicy Danii rozwiązania mogą stanowić przykłady dobrych praktyk możliwe do implementacji w wielu miastach europejskich, które tak jak Kopenhaga chcą podnosić swoją odporność na zmiany klimatu.

Bibliografia

- [1] Pancewicz A., 2021, Woda w mieście – działania z zakresu błękitnej infrastruktury dla łagodzenia zmian klimatu i zapobiegania ich skutkom w miastach rdzenia Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii, „Builder” 4 (285). DOI: 10.5604/01.3001.0014.7929.
- [2] Environmental Protection Agency, 2007, Reducing stormwater costs through Low Impact Development (LID) strategies and practices, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/2008_01_02_nps_lid_costs07uments_reducingstormwater-costs-2.pdf, dostęp: 23.01.2022.
- [3] European Commission, Adaptation to climate change, https://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation_en, dostęp: 9.07.2021.
- [4] Kassenberg A., Szymalski W., Świerkuła E., Poradnik adaptacji miasta do zmiany klimatu, ADAPTCITY, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2019.
- [5] The City of Copenhagen Cloudburst Management Plan, 2012, Kopenhaga, https://en.klimatilpasning.dk/media/665626/cph_-_cloudburst_management_plan.pdf, dostęp: 6.11.2021.
- [6] Copenhagen Climate Adaptation Plan, 2011, Kopenhaga, https://en.klimatilpasning.dk/media/568851/copenhagen_adaptation_plan.pdf, dostęp: 27.10.2021.

[7] Cloudburst Masterplan for Ladegårdså, Frederiksberg East & Vesterbro, Ramboll Group, Copenhagen, 2013, <https://ramboll.com/-/media/c7f458c749fa47ddb3fb37774e-ce65a.pdf>, dostęp: 14.11.2021.

[8] Katarzyna Mazur-Belzyt, 2021, Błękitna infrastruktura Londynu w kontekście adaptacji do zmian klimatu, Builder 6 (287), ISSN 1896-0642, DOI: 10.5604/01.3001.0014.8835.

DOI: 10.5604/01.3001.0015.9535

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA

Mazur Katarzyna, 2022, Zarządzanie wodami deszczowymi w Kopenhadze, „Builder” 9 (302). DOI: 10.5604/01.3001.0015.9535

Streszczenie: Przedmiotem artykułu jest przebudowa błękitno-zielonej infrastruktury Kopenhagi w kontekście adaptacji do zmian klimatu. Badania przeprowadzono w oparciu o analizę dokumentów strategicznych i planistycznych, wizytę studialną oraz badania terenowe. Celem pracy jest identyfikacja zasadniczych strategii, planów i działań wdrożeniowych, które podjęto w Kopenhadze w przestrzeniach publicznych obszarów intensywnie zabudowanych.

Słowa kluczowe: błękitno-zielona infrastruktura, adaptacja do zmian klimatu, przestrzeń publiczna, zarządzanie wodami deszczowymi, Kopenhaga

Abstract: STORMWATER MANAGEMENT IN COPENHAGEN. The subject of the article is the reconstruction of the blue-green infrastructure of Copenhagen in the context of adaptation to climate change. The research was carried out on the basis of the analysis of strategic and planning documents, a study visit and field research. The aim of the work is to identify the essential strategies, plans and implementation activities that have been undertaken in Copenhagen in the public spaces of heavily built-up areas.

Keywords: blue and green infrastructure, adaptation to climate change, public space, stormwater management, Copenhagen