

Magdalena Bartczak

Katarzyna Sadowy

Szkoła Główna Handlowa

<https://orcid.org/0000-0001-5791-2236>

Rola infrastruktury wodno-kanalizacyjnej w adaptacji do zmian klimatu: przykład Redy i innych miast

Streszczenie

Zmiany klimatyczne i zjawiska pogodowe, takie jak ulewne deszcze, powodzie oraz susze, to nowe wyzwania w zakresie zbierania, retencjonowania, odprowadzania i rozprowadzania wody. Konieczne jest więc modernizowanie infrastruktury technicznej, która musi sprostać zmianom ilościowym (ilość wody odprowadzanej w danej jednostce czasu) i jakościowym (traktowanie wody opadowej jako zasobu, a nie ścieków). O ile infrastruktura techniczna budowana w drugiej połowie XX w. służyła głównie industrializacji, urbanizacji oraz poprawie warunków życia mieszkańców, obecnie ważne staje się gospodarowanie zasobami środowiska. Celem artykułu jest ukazanie zasadniczej zmiany, jaka zachodzi w tym zakresie. Nie polega ona jedynie na ulepszaniu czy uzupełnianiu infrastruktury, ale na tworzeniu nowych form i narzędzi zaspokojenia potrzeb społeczno-gospodarczych. Miasta i gminy, gdzie zmiany te zachodzą, są jak dotąd jedynie częściowo przygotowane do wdrożenia nowych rozwiązań. Wybrany studium przypadku jest miasto Reda, którego wyzwania przedstawiono w kontekście miast stosujących już dobre praktyki w tym zakresie: w Gdańsku, Rotterdamie i Los Angeles.

Słowa kluczowe: gospodarka miejska, rozwój zrównoważony, kryzys klimatyczny, infrastruktura techniczna, gospodarka wodna, gospodarka cyrkularna

Kody klasyfikacji JEL: Q54, R11, H54

1. Wprowadzenie

Ostrzeżenia przed skutkami, jakie mogą przynieść zmiany klimatu wynikające z wysoko uprzemysłowionej i wysoko emisyjnej gospodarki, pojawiają się od dziesięcioleci. Jednym z najbardziej znanych jest Raport Klubu Rzymskiego [Meadows i in., 1972]. Podobnie jak inne analizy wskazujące na wysoki poziom ryzyka środowiskowego, spotkał się on z lekceważeniem, ale także rozmyślnym negowaniem czy umniejszaniem wynikających z badań wniosków [Beinecke i in., 2012; Vieille Blanchard, 2010]. Korzyści gospodarcze przez kilkadziesiąt ostatnich lat przeważały nad potrzebami ochrony środowiska w polityce państw, strategii przedsiębiorstw, a także w powszechnym sposobie postrzegania gospodarki.

Obecnie narastające problemy i kryzysy wynikające z odmiennych niż dotąd i nasilających się zjawisk klimatycznych zmuszają do zmiany zarówno polityki publicznej, w tym lokalnej, jak i zmiany praktyki gospodarczej. Dotyczy to praktycznie wszystkich działań z zakresu społeczno-gospodarczego, a więc także gospodarki komunalnej i infrastruktury technicznej. Artykuł prezentuje element tych przemian, a mianowicie aktualne wyzwania związane z gospodarowaniem wodą w miastach. Zjawiska pogodowe, takie jak ulewne deszcze, powodzie, podtopienia oraz susze, stwarzają nowe wyzwania w zakresie zbierania, retencjonowania, odprowadzania i rozprowadzania wody. Konieczne jest więc modernizowanie infrastruktury technicznej, która musi sprostać zmianom ilościowym (ilość wody odprowadzanej w danej jednostce czasu) i jakościowym (traktowanie wody opadowej jako zasobu, a nie ścieków). Nie jest to jedynie zmiana technologiczna czy uzupełnianie zaniedbań w ochronie środowiska, które miało miejsce w Polsce po wstąpieniu do Unii Europejskiej, m.in. poprzez rozbudowę systemu oczyszczania ścieków [KPOŚK; Dyrektywa Rady 91/271/EWG]. Odmienny sposób kształtowania infrastruktury jest elementem szerszej zmiany paradygmatu. Związana jest ona po pierwsze ze świadomością możliwości wyczerpania zasobów [Raworth, 2017], a po drugie z odchodzeniem od wzrostu jako podstawowej miary sukcesu społeczno-gospodarczego na rzecz poszanowania środowiska (jako takiego, a nie jedynie źródła niezbędnego do realizacji celów gospodarczych) oraz dominacji wartości społecznych nad wzrostem produkcji i konsumpcji [Jackson, Lovins, Lovins, 1999; Hickel, 2023].

Miasta narażone są w różnym stopniu na poszczególne, wymienione wyżej, zagrożenia. Wpływa na to ich lokalizacja, panujący na danym obszarze klimat i mikroklimat, a także sama struktura przestrzenna miasta, forma oraz stan infrastruktury technicznej. Tak więc globalne wyzwanie, jakim jest dostosowanie infrastruktury do nowych celów, musi być każdorazowo dopasowane do lokalnego kontekstu. Tworzą go różne rodzaje ryzyka, istniejące uwarunkowania techniczne i przestrzenne, potrzeby społeczno-gospodarcze i wreszcie otoczenie instytucjonalne. Celem artykułu jest prezentacja rodzajów ryzyka dotyczących w tym zakresie miasta Reda oraz wskazanie pożądanych kierunków działania. Główna hipoteza dotyczy konieczności zmiany samej istoty gospodarowania wodą w miastach, a w szczególności wodą opadową. Konieczne jest dostosowanie metod do zasad gospodarki cyrkularnej, gdzie istniejące zasoby utrzymuje się w obiegu oraz gospodaruje nimi bez marnotrawstwa.

Analiza prowadząca do weryfikacji tej hipotezy oraz wskazania głównych rekomendacji dla Redy oparta została na krytycznej analizie literatury oraz studiach przypadku – przykładach dobrych praktyk w zakresie gospodarowania wodą w miastach położonych na wybrzeżach: w Gdańsku, Rotterdamie i Los Angeles. Stanowią one kontekst dla bardziej szczegółowej prezentacji sytuacji i planowanych działań dla miasta Redy, jako przykładu mniejszego miasta, które rozpoczyna wdrażanie rozwiązań zrównoważonych. Jest to przykład niewielkiego miasta, w którym jednak widoczna jest już logika omawianych zmian.

2. Zmiany klimatyczne a działania adaptacyjne na poziomie międzynarodowym, unijnym i krajowym

Działania w ramach adaptacji do zmian nie mają na celu zahamowania zmian klimatycznych, ale dostosowanie się do zmieniających się uwarunkowań. Metody adaptacji do zmian klimatu są przedmiotem analiz i działań na poziomie globalnym. Dotyczy ich Ramowa Konwencja Klimatyczna ONZ (*United Nation Climate Change*, UNFCCC). Najobszerniejsze i najbardziej znaczące raporty opracowuje Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). W trakcie prac XII sesji Konwencji UNFCCC w Nairobi w 2006 r. uchwalono „Program działań nad oddziaływaniem, wrażliwością i adaptacją do zmian klimatu”. Program ten stanowi zbiór zaleceń dla państw – stron konwencji odnośnie do przygotowania własnych krajowych programów, które miałyby na celu wprowadzenie środków uświadamiających konieczność adaptacji do zmian klimatu, a także ograniczanie negatywnych skutków tych zmian dla różnych sfer życia. Także Unia Europejska (UE) prowadzi działania na rzecz adaptacji do zmian klimatu. Rozpoczęto od przygotowania dokumentu wskazującego na znaczenie procesu adaptacyjnego dla społeczeństwa i różnych sfer życia gospodarczego Wspólnoty. Dokumentem, który w ramach UE rozpoczął proces adaptacji do zmian klimatu, była Zielona Księga z 2007 r. [Zielona Księga, 2007]. W 2009 r. opublikowany został kolejny raport w formie Białej Księgi pt. „Adaptacja do zmian klimatu: europejskie ramy działania” [Biała Księga, 2009]. W 2013 r. opublikowana została „Strategia UE w zakresie przystosowania się do zmiany klimatu”. Cały proces rozwoju zdolności adaptacyjnych UE do zmian klimatycznych wspomagać ma funkcjonująca od 2012 r. europejska internetowa platforma w zakresie wymiany informacji na temat przystosowania do zmian klimatu Climate-ADAPT.

W nawiązaniu do wspomnianych dokumentów międzynarodowych, również w Polsce powstało wiele dokumentów o charakterze programowym. Pierwszym dokumentem, który stanowił odpowiedź na Białą Księgę UE, było, zgodnie ze zwyczajami Wspólnoty, „Stanowisko Rządu RP w sprawie Białej Księgi UE” z 2010 r. Dokumentem, który stanowi odpowiednik unijnej strategii adaptacji, jest przyjęty przez Ministerstwo Środowiska w 2013 r. „Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 (z perspektywą do roku 2030)”. W 2013 r. Ministerstwo Środowiska opracowało projekt KLIMADA – portal internetowy, nawiązujący do unijnego portalu Climate-ADAPT [Radziejewski, 2015, s. 43–51].

Dokumentem, który zawiera wytyczne dotyczące *de facto* adaptacji do zmian klimatycznych, była Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju do roku 2030 [KPZK 2030], gdzie Cel 5 dotyczył „zwiększenia odporności struktury przestrzennej kraju na zagrożenia naturalne i utraty bezpieczeństwa energetycznego oraz kształtowania struktur przestrzennych, wspierających zdolności obronne państwa”. KPZK 2030 została uchylona w 2020 r. nowelizacją Ustawy o zasadach prowadzenia polityki rozwoju [Dz.U. 2006 nr 227 poz. 1658], z czym wiązała się zapowiedź stworzenia nowej Koncepcji w horyzoncie 2050 r. Decyzja ta spotkała się m.in. z krytyką Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, szczególnie w kontekście przyjęcia przez UE w 2020 r. nowej Agendy Terytorialnej [Agenda Terytorialna UE 2030] z priorytetami Europy „zielonej” i „sprawiedliwej”, w której miejsce powinna mieć większa integracja polityki przestrzennej z polityką środowiskową (klimatyczną) oraz społeczną [KPZK PAN, s. 4]. Zarządzanie zasobami na poziomie krajowym leży w gestii Państwowego Gospodarstwa Wodnego Wody Polskie (PGWWP) od 2018 r. Działa ono na podstawie przepisów ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne [Dz.U. poz. 1566 i 2180]. Instytucja obejmuje następujące jednostki organizacyjne:

- Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej z siedzibą w Warszawie;
- 11 Regionalnych Zarządów Gospodarki Wodnej (RZGW) z siedzibami w Białymstoku, Bydgoszczy, Gdańsku, Gliwicach, Krakowie, Lublinie, Poznaniu, Rzeszowie, Szczecinie, Warszawie i Wrocławiu;
- 50 Zarządów Zlewni;
- 330 Nadzorów Wodnych.

W zarządzie PGWWP znajduje się ponad 185 tysięcy kilometrów cieków wodnych, blisko 33 tysiące obiektów hydrotechnicznych, ponad osiem i pół tysiąca kilometrów wałów przeciwpowodziowych [PGWWP].

Począwszy od drugiej połowy lat dziewięćdziesiątych, opracowano również wiele koncepcji zrównoważonego rozwoju miast, które mogą wspierać działania adaptacyjne. Na podstawie studiów literaturowych można stwierdzić, iż jest to rozległa i zróżnicowana grupa. Rozbieżności pojawiają się już w samych nazwach; część koncepcji odnosi się do zagadnień typowo przestrzennych, inne zaś uwzględniają wymiar ekonomiczny, społeczny czy administracyjny funkcjonowania współczesnych miast. Najczęściej powtarzające się założenia wybranych koncepcji to: miasto zwarte (*compact city*) [por. np. Burton, Jenks, Williams, 2003; Burgess, Jenks, 2002], nowa urbanistyka (*new urbanism*) [por. np. Ellis, 2002], miasto inteligentne (*smart city*) [por. np. Yin i in., 2015; Szczech-Pietkiewicz, 2015], zielona urbanistyka (*green urbanism*) [por. np. Beatley, 2012; Newman, 2010] oraz miasto powolne (*cittaslow*) [por. np. Gruszecka-Tieśluk, 2013; Mazur-Belzyt, 2014; Radstrom, 2014]. Z punktu widzenia niniejszych rozważań ważne są także koncepcje miasta sprawiedliwego (*just city*) [por. Fainstein, 2010], w którym żadna grupa mieszkańców nie jest pozostawiona sama sobie ani narażona bardziej niż inne na ryzyko klimatyczne, a także koncepcja miasta odpornego (*resilient city*) [por. np. Patel, Nosal, 2014], czyli takiego, które tak dostosowuje swój sposób funkcjonowania, aby zapewnić nieprzerwane zaspokojenie potrzeb mieszkańców na odpowiednim

poziomie. Nowe sposoby gospodarowania wodą, integracja zagadnień z różnych obszarów, a także współpraca pomiędzy poziomami zarządzania (lokalnym i regionalnym) i poszczególnymi podmiotami samorządowymi będzie z pewnością także wpływać na faktyczne wykorzystanie koncepcji kształtowania miast.

3. Kryzys klimatyczny a gospodarka wodna

Dostęp do wody pitnej jest niezbędny dla życia i zdrowia. Dlatego też jest kluczowym zasobem dla miast, które od swoich początków lokowane były w miejscach, które taki dostęp zapewniały. Z czasem, gdy rosła liczba mieszkańców poszczególnych miast, sięgano także po zasoby wody znajdujące się w większej odległości. Postęp technologiczny umożliwiał zarówno dostarczanie, jak i uzdatnianie wody. Ogólnie całą dziedzinę podzielić można na dwie zasadnicze grupy obejmujące:

- gospodarkę wodną, obejmującą układ hydrograficzny, systemy i obiekty hydrotechniczne oraz urządzenia wodne kształtujące zasoby wodne, a także zagadnienia związane z gospodarowaniem wodami opadowymi,
- korzystanie z wód związane z jej poborem, obejmujące aspekty zaopatrzenia w wodę i gospodarkę ściekową.

W miarę rozwoju powierzchni zurbanizowanej rozwijała się także kanalizacja burzowa, odprowadzająca wody opadowe. W wielu miastach Polski występuje jeszcze kanalizacja ogólnospławna, w której wody opadowe dołączane były do ścieków bytowych i z nimi były odprowadzane. Udział tego rodzaju kanalizacji w sieci ogółem ilustruje zmiany historyczne, a także pewną rentę opóźnienia, z której korzysta m.in. Polska. Największy bowiem udział kanalizacji ogólnospławnej występuje w krajach, które najszybciej przystąpiły do budowy sieci (np. Szwajcaria, Belgia, Holandia – 70–80% sieci kanalizacyjnej), mniejszy jest w tych, które większe części infrastruktury budowały wówczas, gdy wady tego systemu były już znane (np. Francja, Niemcy – ok. 45%) [Mrowiec, 2019].

Z czasem standardem stała się kanalizacja rozdzielnospławna, w której wody opadowe odprowadzane były odrębnymi instalacjami. Pozwalało to przede wszystkim obniżyć koszt oczyszczania ścieków, których objętość nie była dzięki temu zwiększana przez wody opadowe, nie były też wówczas konieczne sieci kanalizacji o tak dużych przekrojach, aby mogły przyjąć wodę z deszczu nawalnego. Ograniczono problem wybijania ścieków podczas ulew. Obecnie na wody opadowe coraz częściej patrzy się nie jak na uciążliwość, którą trzeba zlikwidować, usuwając je z powierzchni utwardzonych, ale jak na zasób, który należy odzyskać lub raczej – zachować w obiegu gospodarki wodnej w danym, lokalnym środowisku. Ta zmiana perspektywy związana jest w ogromnym stopniu ze zmianami klimatycznymi, ale także z wcześniejszą nadmierną i często nieracjonalną konsumpcją wody. Dostęp do wody pitnej i utrzymanie odpowiednich warunków higienicznych dzięki gospodarowaniu wodą stanowi cel 6. Celów Zrównoważonego Rozwoju Organizacji Narodów Zjednoczonych (SDGs).

Znaczący jest tytuł jednego z najnowszych raportów EEA [2022]: „Beyond water quality – Sewage treatment in a circular economy” („Więcej niż jakość wody – oczyszczanie ścieków w gospodarce cyrkularnej”). Jako aktualne wyzwania związane z infrastrukturą kanalizacyjną wskazano w nim [EEA, 2022, s. 15–30]:

- metody oczyszczania ścieków,
- gospodarstwa domowe niepodłączone do sieci kanalizacyjnej,
- przepełnienie sieci na skutek gwałtownych opadów,
- zanieczyszczenia pochodzące z kanalizacji (w tym ze ścieków przemysłowych),
- zagospodarowanie osadów ścieków,
- emisje gazów cieplarnianych,
- ilość energii niezbędnej do obsługi systemów ściekowych i kanalizacyjnych.

EEA podkreśla także znaczenie zróżnicowania lokalnych uwarunkowań i konieczność odpowiedniego doboru narzędzi do gospodarowania wodą. W całej Europie konieczne jest dostosowanie infrastruktury technicznej do nowych wyzwań wynikających z kryzysu klimatycznego oraz coraz lepszego rozpoznania zanieczyszczenia wody i gruntów [EEA, *Urban waste water*]. Działania te powinny uwzględniać wielorakie aspekty – od struktury przestrzennej, przez nowe rozwiązania infrastrukturalne, po metody ich finansowania [Miszczuk, Sekuła, Miszczuk, 2024, s. 33–34].

4. Rotterdam, Gdańsk, Los Angeles – dobre praktyki

Miastami, które podjęły wyzwanie dostosowania infrastruktury do adaptacji do zmian klimatu, są m.in. Rotterdam, Gdańsk i Los Angeles. Omawiane rozwiązania różnią się od siebie, mogą jednak stanowić wzór dla innych miast o podobnych uwarunkowaniach.

W Rotterdamie zastosowano zasadę określaną jako „hybrydyzacja przestrzeni publicznej” [Wieteska-Rosiak, 2018; Wantuch-Matla, 2014]. Charakter hybrydowy przestrzeni oznacza, że pełni ona równolegle dwie różne funkcje (lub więcej), często pozornie do siebie niepasujące. Pierwszą z nich będzie funkcja pierwotna, np. rekreacyjna, a druga, tzw. wtórna, będzie związana ze zdolnością adaptacji do zmian klimatu. Jedną z możliwości zaprojektowania przestrzeni publicznej, która pełni zarówno funkcje społeczne, rekreacyjne, jak i te związane z adaptacją do zmian klimatu, są skwery (parki) wodne.

Przykładem wodnego skweru jest Benthemplein Water Plaza w Rotterdamie, zaprojektowany przez De Urbanisten w 2012 r. Inwestycja została zrealizowana w 2014 r. Skwer w sytuacji wystąpienia ekstremalnych opadów deszczu pełni funkcję zbiornika retencyjnego, jednocześnie poprawia jakość przestrzeni publicznej. Pełni więc dwojaką funkcję. W projektowaniu przestrzeni wzięli udział różni interesariusze, wśród których należy wymienić uczniów i nauczycieli pobliskich szkół, członków kościoła, osoby korzystające z teatru, siłowni, oraz mieszkańców. Podjęto decyzję o zaprojektowaniu skweru wodnego z elementami roślinnych kompozycji, który miał się stać miejscem spotkań, wypoczynku oraz zabaw, przede wszyst-

kim dzieci. Przestrzeń jest pozbawiona mebli miejskich w celu uniknięcia konieczności ich konserwacji i czyszczenia, jednakże w sposób naturalny dostarcza użytkownikom miejsc do siedzenia. Dodatkowo wokół skweru zostały zlokalizowane ławki i kosze na śmieci. Plac składa się z trzech zbiorników pełniących różne funkcje. Dwa mniejsze zbiorniki stanowią scenę do tańczenia oraz miejsce do jazdy na deskorolkach i rolkach. Największy zbiornik tworzy boisko do gry w koszykówkę oraz boisko piłkarskie z trybunami. W zależności od intensywności opadów zbiorniki napełniają się w różnej kolejności przefiltrowaną wcześniej wodą. Jako pierwsze zostają wypełnione dwa mniejsze zbiorniki, do których woda jest przekierowywana z dachów pobliskich budynków oraz parkingu. W trakcie silnych opadów deszczu woda z dachu szkoły oraz z dalszego otoczenia wypełnia największy zbiornik. Woda, po 48 godzinach od zakończenia opadów deszczu, jest przekierowywana do kanału Noordsing [Plac wodny Benthemplein, Klimada, Watersquare Benthemplein, de Urbanisten].

Innym przykładem przestrzeni publicznej o charakterze hybrydowym mogą być nabrzeża rzek. Kanał Westersingel w Rotterdamie w swojej dolnej części stanowi na co dzień miejsce wypoczynku i rekreacji. Natomiast w sytuacji intensywnych opadów deszczu jego dolny taras zaczyna pełnić funkcję zbiornika, który jest w stanie pomieścić nadmiar wody opadowej w mieście.

Zielone dachy także pełnią funkcję retencyjną, przejmując bezpośrednio wodę opadową oraz poprzez zbieranie wody i wykorzystywanie jej w tym samym miejscu do podlewania. Przykładem zielonego dachu, który pełni funkcje: rekreacyjną, edukacyjną, rolniczą i naukowo-badawczą, jest farma DakAkker w Rotterdamie. Miejsce to jest na co dzień dostępne dla mieszkańców i turystów. Na dachu znajdują się uprawy rolne, ule pszczele, a także są prowadzone badania w zakresie hodowli nowych roślin na zielonych dachach. Znajduje się tu również kawiarnia serwująca uprawiane na dachu warzywa, owoce i zioła. Ponadto w prace w ogrodzie mogą się zaangażować wolontariusze, co przekłada się na wzmacnianie społeczeństwa obywatelskiego. Na dachu odbywają się koncerty, spotkania formalne, a także jest organizowany Światowy Dzień Żywności [DakAkker].

Gdańsk prowadzi już od wielu lat działania na rzecz poprawy infrastruktury gospodarowania wodą i od 2001 r. pojemność retencyjna w mieście zwiększyła się ponad pięciokrotnie. Włodarze miasta podkreślają, że „w Gdańsku jest miejsce dla wody”. Coraz częściej łączone są rozwiązania hydrotechniczne z wielofunkcyjną zielenią, tworząc sprzyjającą rekreacji i bioróżnorodności niebiesko-zieloną infrastrukturę. W Gdańsku określono pięć głównych kierunków zagospodarowania wód opadowych: retencja zbiornikowa, terenowa, uliczna, przydomowa i zieleń miejska. Należy przy tym podkreślić, że w Gdańsku funkcjonuje rozdzielczy system kanalizacji, a 99% nieruchomości już na początku lat 20. naszego wieku było podłączonych do sieci kanalizacji sanitarnej [PADZK Gdańsk, s. 24].

Ze względu na specyficzne położenie geograficzne, jak i spowodowaną zmianami klimatu intensyfikację anomalii pogodowych, Gdańsk jest szczególnie narażony na występowanie powodzi. Miasto cechuje się bardzo silną (jedną z największych w Polsce) zmiennością przestrzenną opadów. Niemal w każdej zlewni gdańskich potoków ten sam epizod opadowy

potrafi przebiegać zupełnie inaczej. Podstawą bezpieczeństwa przeciwpowodziowego miasta jest sieć 52 (kolejne w fazie projektowej) zbiorników retencyjnych o łącznej pojemności ok. 700 000 m³, zlokalizowanych kaskadowo na potokach, co tworzy niespotykany w innych polskich miastach system. Odwodnienie zapewnia też ponad 20 000 studni i 18 000 wpustów ulicznych, 317 km potoków i rowów, 751 km sieci kanalizacji deszczowej i 15 km wałów przeciwpowodziowych [Gdańskie Wody].

Ważnym elementem strategii kompleksowego zarządzania wodą opadową w Gdańsku są obiekty małej retencji, które naśladują naturę w gromadzeniu, oczyszczaniu i opóźnianiu spływu deszczówki. Ochronę przeciwpowodziową wspiera system monitoringu hydrologicznego – jeden z najbardziej rozbudowanych w kraju. Składa się na niego 90 punktów pomiarowych, 25 automatycznych stacji opadowych i ponad 70 stacji pomiarów stanu wody w zbiornikach retencyjnych oraz ciekach [Gdańskie Wody].

Gdańska polityka małej retencji miejskiej jest podyktowana specyficznymi uwarunkowaniami terenowymi. Gdańsk jest położony na terenie dwóch makroregionów (Pojezierze wschodnio-pomorskie i Pobrzeże Gdańskie) oraz czterech mezoregionów (Pojezierze Kaszubskie, Pobrzeże Kaszubskie, Mierzeja Wiśłana i Żuławy Gdańskie). Założenia dotyczące gospodarowania wodami opadowymi różnią się w zależności od rejonu Gdańska. Istotnym elementem wprowadzenia polityki małej retencji było rozpoznanie uwarunkowań terenowych, m.in. określenie stref wysokościowych, terenów zagrożonych osuwaniem się, wpływu stanu morza na odbiorniki wód, liczne potoki o charakterze górskim, gęsta sieć dolin erozyjnych oraz duże nachylenia stoków. Następnie miasto podzielono na mniejsze obszary, dla których określono sposoby zagospodarowania opadów. Na terenie górnego tarasu podstawą zagospodarowania wód opadowych i roztopowych jest system powierzchniowej retencji miejskiej, a nadmiar wody jest sprowadzany potokami. W dalszej kolejności, w strefie krawędziowej występuje ograniczona możliwość zagospodarowania opadu w miejscu jego wystąpienia, a podstawowym działaniem jest zapewnienie bezpiecznego spływu wód potokowych o charakterze górskim. Na terenie dolnego tarasu stosuje się system powierzchniowej retencji miejskiej wraz z zamkniętymi kolektorami (wody grawitacyjnie odprowadzane do zatoki) oraz systemy melioracyjne (tereny odwadniane mechanicznie – poldery). Istotnym elementem działania w Gdańsku są także działania edukacyjne i partycypacyjne. Było to pierwsze polskie miasto, w którym zorganizowano Panel Obywatelski (forma konsultacji deliberacyjnych), serię spotkań poświęconych m.in. właśnie problemowi opadów nawaalnych oraz retencji wody na terenie Trójmiejskiego Parku Krajobrazowego [PAdZK Gdańsk, s. 27].

Omawiane rozwiązania mogą być zaliczone do inspirowanych funkcjonowaniem przyrody, czyli tzw. *Nature-based solutions* [O'Hogain i in., 2018]. Tam, gdzie urbanizacja została jednak oparta na całkowitym oderwaniu od uwarunkowań przyrodniczych, jest to szczególnie trudne. Takim skrajnym przykładem zmiany nastawienia do sposobów gospodarowania wodą jest Los Angeles. Ogromne miasto o bardzo ekstensywnej zabudowie, a jednocześnie ogromnym udziale powierzchni szczelnych znajduje się w jednym z najbardziej zagrożonych suszą obszarów Ameryki Północnej. Mimo to, przez dziesięciolecia wodę opadową zalewa-

jącą ulice traktowano jako odpad do usunięcia. Kosztem ogromnych inwestycji zbudowano system kanalizacji burzowej odprowadzającej wodę opadową do oceanu, równoległe z siecią wodociągową, doprowadzającą wodę pitną do miasta. W 60% woda sprowadzana była z odległości kilku tysięcy kilometrów, co pochłania obecnie większość energii elektrycznej zużywanej w mieście. W latach 20. naszego wieku przystąpiono do budowy ogrodów deszczowych retencjonujących wodę i tworzących tereny zieleni i rekreacji w mieście. Zlokalizowane są one na dawnych terenach rolnych, zajętych w ciągu dziesięcioleci przez nasilający się *urban sprawl*. W 2022 r. gotowych było około 100 „suchych studni”, które są gotowe do przejęcia wody z kanałów deszczowych i rozsączają ją do gruntu po odpowiednim przefiltrowaniu. Środki na budowę nowej infrastruktury pochodzą z tzw. „podatku od deszczu”, przyjętego przez mieszkańców. Rośnie on wraz z wielkością powierzchni utwardzonej lub zabudowanej na danej nieruchomości [Wainwright, 2023].

Jak widać w przedstawionych przykładach, rozwiązania wynikają z uwarunkowań przyrodniczych, wcześniej przyjętych modeli urbanizacji i rozwoju gospodarki, a także stawianych na nowo celów rozwoju zrównoważonego. Można w nich znaleźć zarówno problemy zwartości zabudowy miast, jak i sprawiedliwości i włączenia społecznego.

5. Miasto Reda – wyzwania adaptacji

Reda jest gminą miejską położoną w północnej Polsce, w województwie pomorskim. Stanowi jedno z miast Małego Trójmiasta Kaszubskiego oraz jest częścią aglomeracji Trójmiasta. W 2022 r. liczba mieszkańców w Redzie wynosiła 28 506 osób, natomiast powierzchnia – 34 km² [BDL]. W zakresie uwarunkowań wynikających z położenia i powiązań z otoczeniem niezwykle istotna jest właśnie lokalizacja w obrębie aglomeracji Trójmiasta. Miasto Reda graniczy: od strony północnej i wschodniej z gminą Puck, od strony południowej z miastem Rumia, a od strony zachodniej z gminą i miastem Wejherowo. Funkcjonalne otoczenie miasta stanowią:

- od północy: tereny leśne stanowiące w części zachodniej i środkowej obszar chroniony Puszczy Darżlubskiej,
- od wschodu: rozległe tereny łąkowe doliny rzeki Redy, ciągnące się w kierunku wschodnim do Zatoki Puckiej,
- od południowego wschodu: tereny mieszkaniowe i usługowe miasta Rumii,
- od południowego zachodu: tereny leśne pokrywające wzgórza Wysoczyzny Kaszubskiej (Trójmiejski Park Krajobrazowy),
- od zachodu: tereny zabudowy mieszkaniowej i usługowej miasta Wejherowo.

Reda jest powiązana z obszarami ją otaczającymi poprzez uwarunkowania instytucjonalne i administracyjne oraz środowiskowe, a także poprzez układy komunikacji i infrastruktury technicznej. Położona jest w obszarze koncentracji miejskich jednostek osadniczych, w strefie węzłowej aglomeracji trójmiejskiej, w obszarze funkcjonalnym Obszar Metropolitalny Gdańsk–Gdynia–Sopot (OMGGS), o wysokim stopniu urbanizacji o charakterze miejskim. Obszar

funkcjonalny jest silnie powiązany infrastrukturalnie, poprzez: wspólne systemy zaopatrzenia w wodę (z Gdynią), wspólny kolektor sanitarny WRR (Wejherowo-Reda-Rumia z Gdynią i Wejherowem) oraz odprowadzanie wody deszczowej do rzeki Redy i kanałów na terenie miasta także z obszarów znajdujących się poza nim. Infrastruktura wodno-kanalizacyjna nie jest tu wyjątkiem, ponieważ istnieją także wspólne sieci i urządzenia energetyczne, gazowe oraz z zakresu gospodarki odpadami. Także szlaki komunikacyjne, zarówno szynowe, jak i kołowe, stanowią sieć łączącą obszar funkcjonalny.

W Redzie liczba mieszkańców rosła nieprzerwanie od 1995 r., kiedy wynosiła ok. 16 tys. Wraz z nią rosła zarówno presja inwestycyjna, jak i zapotrzebowanie na wodę w gospodarstwach domowych. W 2022 r. wśród mieszkańców dominowała grupa w wieku produkcyjnym (61,2%), w wieku przedprodukcyjnym było 23,3%, natomiast poprodukcyjnym – 15,5%. Średnia wieku wynosiła 36,9 lat [Polska w liczbach], tak więc uwarunkowania demograficzne wskazują, że liczba mieszkańców w nadchodzących latach raczej nie będzie maleć.

Rosnące zapotrzebowanie jest zaspokajane przez rynek mieszkaniowy. W 2020 r. w Redzie oddano do użytku 266 mieszkań, czyli 9,96 lokali na 1000 mieszkańców. Jest to wartość znacznie większa od wartości dla województwa pomorskiego, jak również od średniej dla całej Polski. Całkowite zasoby mieszkaniowe w Redzie to 9452 nieruchomości, a więc na 1000 mieszkańców przypadają 354 mieszkania [Dane Urzędu m. Redy]. Z kolei jest to wartość mniejsza od wartości dla województwa pomorskiego oraz od średniej dla całej Polski. Przeciętna powierzchnia użytkowa nieruchomości oddanej do użytkowania w 2020 r. w Redzie to 83,10 m² i jest nieznacznie większa od przeciętnej powierzchni użytkowej dla województwa pomorskiego oraz mniejsza od przeciętnej średniej powierzchni nieruchomości w Polsce. 99,74% mieszkań przyłączonych jest do wodociągu, 99,47% wyposażonych jest w ustęp spłukiwany, 98,50% mieszkań posiada łazienkę, 95,86% korzysta z centralnego ogrzewania, a 53,10% z gazu sieciowego [BDL].

W 2020 r. Rada Miejska w Redzie przyjęła uchwałę nr XXVII/289/2020 (z dnia 17.12.2020 r.) w sprawie Strategii rozwoju Gminy Miasto Reda do roku 2030. Dokument ten stanowi kontynuację Strategii rozwoju Miasta Reda do 2020 roku i koncentruje się wokół trzech obszarów:

- środowiskowo-przestrzenny,
- gospodarczy,
- społeczny.

W Strategii określono kierunki działań zmierzające do ochrony środowiska naturalnego i adaptacji do zmian klimatu. Z punktu widzenia niniejszej analizy istotne są następujące kierunki [Strategia]:

- budowa i modernizacja sieci kanalizacji sanitarnej i deszczowej, rozwinięcie systemu retencji wód opadowych,
- przywrócenie funkcji dawnych rowów odwodnieniowych z wykorzystaniem przyległych terenów na funkcje rekreacyjne,
- wdrażanie projektów wspierających działania prywatne na rzecz ograniczenia ilości wytwarzanych odpadów, ochrony wód i powietrza,

- wzmocnienie działań o charakterze porządkowym i egzekucyjnym przeciw wykroczeniom z zakresu ochrony powietrza, ochrony wód i gospodarki odpadami,
- zwiększenie modelu „in-house” w zakresie usług komunalnych,
- edukacja ekologiczna mieszkańców.

Dwa z pięciu zaproponowanych w Strategii wskaźników osiągnięcia celu odnoszą się do zagadnień gospodarowania wodą, mianowicie: liczba obiektów przyłączonych do sieci ciepłowniczej i wodno-kanalizacyjnej; długość sieci kanalizacji deszczowej – systemy zamknięte i otwarte. Jeden wskaźnik ma charakter uniwersalny i również jest niezbędny do monitorowania prawidłowości działań w omawianym zakresie: liczba mieszkańców zaangażowanych w przedsięwzięcia o charakterze ekologicznym. W przypadku omawianych zagadnień istotne jest uwzględnienie nie tylko danej jednostki administracyjnej, ale także większego obszaru, powiązanego układami przyrodniczymi, infrastrukturalnymi, a także układem zabudowy. Analiza takiego podejścia w bezpośrednim otoczeniu stanowi ważny kontekst dla samej Redy.

Przykładem jest OMGGS, jako stowarzyszenie gmin i powiatów mające na celu zacieśnienie współpracy i doprowadzenie do harmonijnego rozwoju całego obszaru, poprzez jak najlepsze wykorzystanie potencjału miast, gmin i powiatów członkowskich, z poszanowaniem ich odrębności i specyfiki. OMGGS działa w takich obszarach jak: transport publiczny, rynek pracy i aktywizacja mieszkańców, ekonomia społeczna, integracja imigrantów, kultura i promocja zdrowia, rozwój lokalnych przedsiębiorstw, ochrona środowiska, planowanie przestrzenne i promocja [Metropolia Gdańsk].

Jednym z opracowanych dokumentów jest „Diagnoza adaptacji i mitygacji do zmian klimatu Obszaru Metropolitalnego Gdańsk – Gdynia – Sopot” (dalej: Diagnoza). Według niej ryzyka występujące w Redzie to: deszcze nawalne, powodzie, podtopienia oraz susze. W Diagnozie wskazano też możliwy wzrost ryzyka wynikający z tych zjawisk. W momencie tworzenia Diagnozy zagrożenie z powodu deszczy nawalnych oceniono na 1 w skali czterostopniowej (gdzie 4 oznacza najwyższy stopień zagrożenia). Przewidziano jednak, że stan prognozowany to 4 klasa zagrożenia. W latach 2011–2020 na obszarze Redy odnotowano średnio 9 dni w roku z opadem dobowym przekraczającym 10 mm oraz średnio 0,5 dnia z opadami przekraczającymi 20 mm w ciągu dnia. W prognozie uwzględniono ponad 15% wzrost opadu zimowego w północnej części Polski do 2050 r. oraz wzrost częstotliwości opadów klasyfikowanych jako nawalne. Prognozowane jest także „przesunięcie” się okna opadowego w kierunku miesięcy zimowych, kosztem opadów letnich. Znaczące są także przewidywane przyrosty liczby dni z opadami nawalnymi dla dni z opadem powyżej 10 mm; średnia waha się w przedziale 15,31–18,29, dla dni z opadem powyżej 20 mm średnia waha się w przedziale 3,31–3,50. Zagrożenie powodzią jest już obecnie wysokie w Redzie (3 klasa zagrożenia), jednak i w tym przypadku prognozowany jest dalszy wzrost, do 4 klasy zagrożenia. Wynika to z faktu, że jeżeli temperatura i intensywność opadu rosną wraz z ociepleniem, wówczas prawdopodobieństwo powodzi też rośnie. Zagrożenie jest wysokie z powodu lokalizacji w dolinie rzeki Redy. Dodatkowo obszar OMGGS narażony może być na tzw. *flash-flood*, czyli powódź błyskawiczną. Rosnącą

tendencję wykazuje także ryzyko podtopień, jest ono jednak ogólnie niższe. Obecnie zalicza się je do 1 klasy zagrożenia, z prawdopodobieństwem wzrostu do 2 klasy. Istotne jest jednak, że wzrost zagrożenia wynika z jednej strony z czynnika, na który władze miejskie nie mają wpływu, tj. nasilenia opadów nawaalnych, jednak z drugiej strony – z rosnącego uszczelniania terenu w wyniku powiększającej się zabudowy.

Co typowe dla kryzysu klimatycznego, zagrożeniom wynikającym z nadmiaru wody towarzyszy także ryzyko suszy. W Redzie zagrożenie suszą hydrogeologiczną i rolniczą określono jako umiarkowane. W przypadku suszy atmosferycznej i hydrologicznej Reda stanowi obszar bardzo zagrożony wystąpieniem zjawiska. Na zagrożenie wystąpienia w przyszłości zjawiska suszy wpływ ma kilka zasadniczych czynników, które można podzielić ze względu na genezę na klimatyczno-hydrologiczne (m.in. temperatura, wielkości i rozkład opadów w roku, parowanie, przepływy w rzekach) oraz antropogeniczne (m.in. struktura użytkowania terenu, struktura upraw, działania adaptacyjne w rozwój retencji i ograniczanie szybkiego odpływ wód w zlewniach). Liczba zmiennych dotyczących tego zjawiska jest bardzo duża i ocena zagrożenia suszą w przyszłości generalnie zależna jest pośrednio od synergicznych oddziaływań wielu z tych czynników. Niemal wszystkie modele określające prawdopodobieństwo występowania suszy w przyszłości wskazują na obszarze Polski na zwiększenie się ryzyka wystąpienia susz – ich czasu trwania oraz intensywności. Zgodnie z Diagnozą w Redzie może utrzymać się obecny poziom zagrożenia, tj. 2 klasa.

W Diagnozie przeprowadzono też analizę, która pozwoliła na ocenę zdolności adaptacyjnej w poszczególnych dziedzinach. Podstawą do oceny były poszczególne oceny zasobów finansowych, zasobów ludzkich, zasobów infrastrukturalnych oraz zasobów instytucjonalnych. Wynikowy potencjał wyliczony został jako średnia arytmetyczna ocen pośrednich. Dla wyliczonych wartości wg przyjętych przydziałów przypisano wartości od 1 do 4 (ocena 1 dla wartości mniejszej od 1,75, ocena 2 dla wartości równej bądź większej od 1,75 i mniejszej od 2,25, ocena 3 dla wartości równej bądź większej od 2,25 i mniejszej od 3, ocena 4 dla wartości równej bądź większej od 3). Reda uzyskała wynik równy 1,75, co oznacza, że posiada niską zdolność do adaptacji – gmina jest tylko częściowo przygotowana do jej przeprowadzenia [Diagnoza].

Ocenę poziomu ryzyka w poszczególnych obszarach przedstawia tabela 1.

Do określenia wynikowej oceny ryzyka wpływu zagrożeń klimatycznych na gospodarkę wodną i wodno-ściekową w pierwszej kolejności określono ocenę wrażliwości gospodarki wodnej na intensywne burze oraz wrażliwość gospodarki wodno-kanalizacyjnej na susze i fale upałów. Nasilenie newralgicznych zagrożeń dla gospodarki wodnej w perspektywie 2050 r. dotyczy w największym stopniu południowej i wschodniej części obszaru OMGGS. Zagrożenie koncentruje się na terenach obejmujących:

- Żuławy Wiślane – powiaty tczewski, malborski, nowodworski i gdański,
- Pojezierze Kaszubskie – w pasie powiatów lęborskiego, wejherowskiego i kartuskiego,
- Wybrzeże Bałtyku i Zatokę Pucką – powiat pucki.

W Redzie głównym elementem sieci hydrologicznej miasta jest rzeka Reda, do której odprowadzane są wody z kanalizacji deszczowej. Na rzece Redzie znajduje się jaz, który m.in. piętrzy wodę oraz rozdziela ją na Kanał Łyski i Kanał Mrzezino. Kanał Łyski oraz Kanał Mrzezino mają m.in. za zadanie odprowadzanie wody deszczowej i nawodnienie pól rolniczych. Kanał Łyski odprowadza dodatkowo wody powodziowe rzeki Redy. Dodatkowym odbiornikiem wód opadowych i roztopowych jest rów graniczny 3Ł14, zlokalizowany na granicy z Gminą Miasto Rumia.

Tabela 1. Poziom ryzyka wpływu zagrożeń klimatycznych dla miasta Redy w poszczególnych obszarach

Dziedzina gospodarki/obszar oddziaływania	Poziom ryzyka wpływu zagrożeń klimatycznych
Populacja i warunki życia	umiarkowane
Gospodarka wodna i wodno-ściekowa	umiarkowane
Gospodarka odpadami	umiarkowane
Przyroda	umiarkowane
Transport	wysoki
Energetyka	niski
Rolnictwo	umiarkowane

Źródło: opracowanie własne na podstawie „Diagnozy adaptacji i mitygacji do zmian klimatu Obszaru Metropolitalnego Gdańsk–Gdynia–Sopot”.

System kanalizacji deszczowej w Redzie składa się z dziewięciu zlewni. W północnej części miasta zlokalizowane są cztery zlewnie odprowadzające wody deszczowe i roztopowe z dwóch dzielnic, tj. Betlejem i Ciechocina. W zachodniej części miasta, obejmującej dzielnicę Marianowo wraz z obszarem wokół DK6, zlokalizowane są trzy zlewnie. We wschodniej części miasta, obejmującej Śródmieście, znajdują się dwie zlewnie. Dodatkowo należy nadmienić, iż w północnej i wschodniej części miasta znajdują się dzielnice (Pieleszewo, Rekowo i Moście Błota), które nie zostały skanalizowane.

Na terenie większości zlewni obowiązują miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego, zgodnie z którymi wody opadowe należy odprowadzać „do sieci kanalizacji deszczowej znajdującej się w ulicach, za zgodą i na warunkach zarządcy sieci. Do czasu realizacji kanalizacji deszczowej dopuszcza się odprowadzenie wód opadowych powierzchniowo. Po wybudowaniu kanalizacji deszczowej obowiązuje odprowadzenie wód opadowych do kanalizacji”. Z ustaleń tych wyłączona jest zabudowa jednorodzinna. Aby zapobiec spływowi wód opadowych na sąsiednie działki, należy stosować na swojej działce studnie chłonne lub zbiorniki. Zaleca się także stosowanie zbiorników retencyjnych do gromadzenia wód opadowych i roztopowych, pochodzących z dachów obiektów kubaturowych. Woda ta powinna być wykorzystywana w ogrodnictwie, sadownictwie, czynnościach porządkowych itp. Wody pochodzące z powierzchni zanieczyszczonych (zarówno opadowe, jak i roztopowe) muszą zostać poddane

właściwemu oczyszczeniu [Uchwała nr V], co jest często niedocenianym wyzwaniem dotyczącym wód opadowych [Mrowiec, 2019].

Niestety, dla wszystkich wydzielonych na terenie miasta Redy obszarów (niezależnie od przyjętego scenariusza opadowego) stwierdzono dla stanu obecnego bardzo liczne przypadki nadpiętrzeń oraz jeszcze liczniejsze przypadki spiętrzeń. Dla dużej liczby przewodów obserwowano także ich ciśnieniową pracę. Szczególnie dużą liczbę takich przewodów łączących się w nadpiętrzanych względnie spiętrzanych studzienkach kanalizacyjnych zanotowano w przypadku systemu odwodnienia wschodniej i zachodniej części miasta. Omawiane wyniki dowodzą niedostatecznego stanu przepustowości hydraulicznej analizowanego systemu odwodnienia miasta Redy. Stan taki jest niewątpliwie efektem długotrwałego (sięgającego nawet dziesięcioleci) braku działań inwestycyjnych w zakresie powiększania przepustowości i retencyjności systemu odwodnienia wraz z postępującą rozbudową miasta. W sposób oczywisty dołączenie do istniejącego systemu nowych obszarów już zabudowanych, ale jeszcze bez kanalizacji, pogorszy jeszcze funkcjonowanie całego systemu.

Na cały system kanalizacji deszczowej w Redzie składa się ponad 34 km przewodów o średnicy od 140 mm do 1400 mm, trzy przepompownie, zbiorniki otwarte i zamknięte, rowy melioracyjne oraz ponad 1200 studzienek. Jak stwierdzono w wyniku analiz, aby zapewnić ich właściwe funkcjonowanie, należałoby wymienić ok. 5 km, tj. blisko 1/7 kanałów oraz naprawić ok. 60 studzienek. Efekty tych działań powinny przynieść poprawę przepustowości całej sieci, przez co możliwe będzie przejęcie odpływów z zabudowanych już terenów miasta Redy, ale jeszcze nieobsługiwanych przez kanalizację deszczową. Co ważne i co wykazano w wyniku szeregu symulacji hydrodynamicznych, dołączenie nowych obszarów spływu powierzchniowego (zwiększenie obsługiwanej zlewni północnej o 32,8% z 128,9 ha przed modernizacją do 171,2 ha po modernizacji oraz zwiększenie obsługiwanej zlewni wschodniej i zachodniej o 54% z 184,9 ha przed modernizacją do 285,6 ha po modernizacji) jest potencjalnie możliwe po zrealizowaniu przedstawionych działań modernizacyjnych nie tylko bez wzrostu, ale nawet przy pewnym zauważalnym spadku liczby nadpiętrzanych lub spiętrzanych studzienek kanalizacyjnych. Należy jednak jasno wskazać, że pełna eliminacja nadpiętrzeń w systemie odwodnienia nie jest możliwa bez szerokiego programu retencji wody na poszczególnych osiedlach, względnie wręcz odłączania pewnych zlewni od systemu odwodnienia. Dodatkowo, konieczne jest nawiązanie współpracy z Lasami Państwowymi w celu wybudowania obiektów „małej retencji” na terenie kompleksów leśnych sąsiadujących z terenami miasta. Rozwiązania te pozwoliłyby na zatrzymanie wody w lasach i ograniczenie jej spływu na tereny bezpośrednio graniczące z lasem [EKOMETRIA, 2016].

Działaniem, jakie należałoby wskazać w adaptacji Redy do zmieniających się uwarunkowań, jest przede wszystkim zwiększenie odporności na zjawiska o skrajnym charakterze, związane zarówno z niedoborami wody, jak i nawałnymi opadami. Dwoma aspektami, które trzeba ukazać w pierwszej kolejności, są struktura przestrzenna oraz dobre powiązanie dalszej zabudowy z uwarunkowaniami wodnymi. Dotyczy to takiego kształtowania zabudowy, w którym nie dochodzi do zajmowania terenów istotnych dla gospodarki wodnej przez rozpeł-

zającą się zabudowę, która wywołuje rosnącą presję konsumpcji wody tam, gdzie dostarczenie jej jest utrudnione lub kosztowne. Jednocześnie wskazana jest szczególna koncentracja na retencji wody w małej skali, poprzez rozwiązania lokalne, powiązane z zabudową mieszkaniową i podnoszące przez to jakość towarzyszącej jej przestrzeni publicznej i półpublicznej. W tym zakresie omówione rozwiązania innych miast mogą posłużyć za źródło dobrych praktyk. Ostatnim ważnym elementem jest włączenie społeczne, powiązane z dobrymi wzorcami i doświadczeniami Gdańska.

6. Podsumowanie

Kryzys klimatyczny jest katalizatorem zmian w traktowaniu zasobów wody, a co za tym idzie, w kształtowaniu infrastruktury technicznej. Jest to także element większej zmiany, dotyczącej modelu gospodarki. Dotarliśmy bowiem nie tylko do granicy wzrostu, ale także granicy, poza którą eksploatacja zasobów naturalnych bezpośrednio zagraża bezpieczeństwu mieszkańców miast i gmin. Część problemów rozwiązywanych jest za pomocą innowacji technicznych, część natomiast wymaga ograniczenia pozyskiwania zasobów i zmniejszenia konsumpcji, w tym konsumpcji wody. Istotne są także działania związane z gospodarką o obiegu zamkniętym, jak wykorzystywanie zgromadzonej wody, jej powtórne wykorzystanie (np. jako wody szarej) oraz stosowanie rozwiązań przestrzennych, które poza tradycyjnymi funkcjami (np. rekreacyjnymi) pełnią także te związane z adaptacją do zmian klimatu (np. retencyjne).

Miasta na całym świecie w różnym stopniu są zagrożone przez kryzys klimatyczny i w różnym stopniu przygotowane do radzenia sobie z nim w wymiarze finansowym, instytucjonalnym, organizacyjnym, technicznym i społecznym. Wskazano trzy przykładowe miasta, w których wprowadzone zostały już rozwiązania ograniczające ryzyko i gospodarujące wodą w sposób bardziej zrównoważony. Na przykładzie Redy omówiono wzrost ryzyka, przedstawiono także zależności pomiędzy miastami i gminami, które połączone są na obszarach funkcjonalnych w sposób, który wymaga także wspólnych działań w zakresie adaptacji do zmian klimatu. Warto tu podkreślić, że mimo niskiej oceny gotowości Redy do adaptacji, jaka wynikała z omawianej Diagnozy, wartością jest już samo podjęcie tego rodzaju ocen, realistyczne określenie ryzyka oraz słabych stron, tak, aby możliwe było podjęcie działań opartych na wiedzy i zmierzających do zapewnienia bezpieczeństwa środowiskowego i społeczno-gospodarczego. Gotowość do podjęcia takich działań, zarówno przez przedstawicieli samorządu, jak i mieszkańców, jest kolejnym ważnym krokiem. Działania muszą mieć miejsce w stosunkowo krótkim horyzoncie czasowym, ponieważ prognozowane rosnące ryzyka, a także obecny niski potencjał adaptacyjny wskazuje na konieczność jak najszybszego podjęcia działań poprawiających odporność sektora gospodarki wodnej. Wiążą się one z:

- zwiększeniem wrażliwości sektorów związanych z rozwojem zagospodarowania terenów, szczególnie w obszarach narażonych na występowanie zjawisk ekstremalnych,

- niedostatecznym stanem w zakresie wyposażenia infrastruktury i jej dostosowania do skali zjawisk ekstremalnych,
- stopniowym spadkiem odporności istniejących rozwiązań technicznych związanych z wiekiem infrastruktury.

Poprawa odporności systemów gospodarki wodnej jest możliwa poprzez zmiany w planowaniu przestrzennym oraz znaczące inwestycje w nową infrastrukturę, jak też unowocześnienie istniejących zasobów. Proponowane działania powinny uwzględniać [Diagnoza]:

- efektywne planowanie i gospodarowanie wodą na poziomie zlewni elementarnych i jednolitych części wód,
- rozwój i modernizację infrastruktury przeciwpowodziowej z uwzględnieniem dynamiki zmian klimatu,
- rozwój zielono-błękitnej infrastruktury na obszarach zurbanizowanych,
- rozwój infrastruktury retencyjnej i wykorzystanie istniejącego potencjału retencji – zarówno pod kątem bezpieczeństwa powodziowego, jak i przeciwdziałania suszy,
- obowiązek wykorzystania wód opadowych na obszarach zabudowanych, rozwój rozwiązań technologicznych w gospodarce wodociągowo-kanalizacyjnej.

Po wdrożeniu wymienionych działań możliwe będzie osiągnięcie przez miasto Reda w horyzoncie 2050 r. odporności na skutki zmian klimatu. Cały proces stanowi także przykład praktyki, która może służyć innym miastom i gminom, dzięki wymianie wiedzy i informacji. Wartością będzie z pewnością monitorowanie tego procesu, jego mocnych stron, a także napotykanymi trudnościami, koniecznymi modyfikacjami (o ile wystąpią). Adaptacja do zmian klimatu jest procesem bardzo dynamicznym, w którym kluczowe elementy to: korzystanie z zasobu wiedzy naukowej i technologii; metoda *learning-by-doing*; a także uczenie się nawzajem od innych miast, które prowadzą procesy w tym ważnym obszarze. Jak widać na przykładzie Redy, na etapie umiarkowanego jeszcze zagrożenia można korzystać z wzorców testowanych w innych miastach, takich jak wymienione, ale także wielu innych, które obecnie wdrażają już konkretne rozwiązania, służące celom zakładanym przez władze samorządowe. Konieczne jest jednak całościowe postrzeganie infrastruktury wodnej i kanalizacyjnej, w powiązaniu z jednej strony z presją na funkcjonowanie systemu, jaka wytwarzana jest przez powiększającą się zabudowę i utwardzanie kolejnych obszarów, a z drugiej z zapotrzebowaniem na wodę nie tylko gospodarstw domowych, ale także rolnictwa, terenów rekreacji oraz naturalnych systemów przyrodniczych. Dotychczas infrastruktura kształtowana była w dużym stopniu w sposób „silosowy”, dostosowany do poszczególnych funkcji (zaopatrzenie w wodę pitną, odprowadzenie wód opadowych, utrzymanie czystości i inne). Obecnie powinna stanowić system łączący poszczególne funkcje społeczno-gospodarcze i środowiskowe.

Bibliografia

Dokumenty prawne

1. Dyrektywa Rady 91/271/EWG z dnia 21 maja 1991 roku dotycząca oczyszczania ścieków komunalnych (Dz. Urz. WE L 135 z 30.05.1991 r. z późn. zm.; Dz. Urz. WE Polskie wydanie specjalne, rozdz. 15, t. 002).
2. Komisja Europejska (2013). Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów Strategia UE w zakresie przystosowania się do zmiany klimatu, dokument 52013DC0216.
3. Ramowa Konwencja Klimatyczna ONZ (United Nation Climate Change, UNFCCC) (1992). <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU19960530238/O/D19960238.pdf> (dostęp: 08.05.2023).
4. Strategia, przyjęta uchwałą nr XXVII/289/2020 (z dnia 17.12.2020 r.) w sprawie Strategii Rozwoju Gminy Miasto Reda do roku 2030.
5. Uchwała nr V/55/2011 Rady Miejskiej w Redzie z dnia 16 lutego 2011.
6. Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne (Dz.U. poz. 1566 i 2180).
7. Ustawa z dnia 6 grudnia 2006 r. o zasadach prowadzenia polityki rozwoju (Dz.U. 2006 nr 227 poz. 1658).

Wydawnictwa zwarte

1. Beatley, T. (ed.). (2012). *Green Cities of Europe: Global Lessons on Green Urbanism* (s. 83–107). Washington, DC: Island Press.
2. Burgess, R., Jenks, M. (eds.). (2002). *Compact Cities: Sustainable Urban Forms for Developing Countries*. London: Routledge.
3. Burton, E., Jenks, M., Williams, K. (eds.). (2003). *The Compact City: A Sustainable Urban Form?* London: Routledge.
4. Fainstein, S.S. (2010). *The Just City*. Ithaca: Cornell University Press.
5. Hickel, J. (2021). *Mniej znaczy lepiej*. Warszawa: Karakter.
6. Jackson, P., Lovins, A., Lovins, L.H. (1999). *Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution*. New York: Little, Brown and Company.
7. Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J., Behrens, W.W. (1972). *The Limits to Growth*. London: Earth Island. Polskie wydanie: (1973). *Granice wzrostu*. Warszawa: PWE.
8. Miszczuk, A., Sekuła, A., Miszczuk, M. (2024). *Zielona transformacja gospodarki i finansów samorządowych*. Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.
9. Patel, R., Nosal, L. (2016). *Defining the Resilient City*. New York: United Nations University Centre for Policy Research.
10. Radziejowski, J. (2015). *Planowanie przestrzenne jako sposób adaptacji do zmian klimatu i przeciwdziałania zjawisku rozlewania się miast*. W: *Miasto idealne – miasto zrównoważone*, A. Kalinowska (red.). Warszawa: US Studio.
11. Raworth, K. (2017). *Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist*. London: Chelsea Green Publishing.

Artykuły naukowe

1. Beinecke, F., Meadows, D., Randers, J., Harte, J. (2012). Is Growth Good-resources, Development, and the Future of the Planet, *Foreign Affairs*, 91, 163.
2. Ellis, C. (2002). The New Urbanism: Critiques and Rebuttals, *Journal of Urban Design*, 7(3), s. 261–291.
3. Gruszecka-Tieśluk, A. (2013). Sieć Cittaslow – strategią rozwoju małych miast w Polsce?, *Studia Ekonomiczne*, 144, s. 383–393.
4. Mazur-Belzyt, K. (2014). Współczesne podstawy rozwoju małych miast na przykładzie sieci miast Cittaslow, *Problemy Rozwoju Miast*, 3.
5. Newman, P. (2010). Green Urbanism and its Application to Singapore, *Environment and urbanization Asia*, 1(2), s. 149–170.
6. O'Hogain, S., McCarton, L., O'Hogain, S., McCarton, L. (2018). Nature-based Solutions, *A Technology Portfolio of Nature Based Solutions: Innovations in Water Management*, s. 1–9.
7. Radstrom, S. (2014). A PlaceSustaining Framework for Local Urban Identity: An Introduction and History of Cittaslow, *Italian Journal of Planning Practice*, 1(1), s. 90–113.
8. Szczech-Pietkiewicz, E. (2015). Smart city – próba definicji i pomiaru, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 391, s. 71–82.
9. Vieille Blanchard, E. (2010). Modelling the Future: An Overview of the 'Limits to Growth' Debate, *Centaurus*, 52(2), s. 91–116.
10. Wantuch-Matla, D. (2014). Hybrydyzacja współczesnych przestrzeni publicznych, *Teka Komisji Urbanistyki i Architektury Oddział PAN w Krakowie*, 42.
11. Wieteska-Rosiak, B. (2018). Hybrydyzacja przestrzeni publicznej miasta w kontekście adaptacji do zmian klimatu, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach*, 365.
12. Yin, C., Xiong, Z., Chen, H., Wang, J., Cooper, D., David, B. (2015). A Literature Survey on Smart Cities, *Science China Information Sciences*, 58(10), s. 1–18.

Raporty i artykuły prasowe

1. Biała Księga (2009). W sprawie adaptacji do zmian klimatu (COM (2009) 147).
2. Diagnoza adaptacji i mitygacji do zmian klimatu Obszaru Metropolitalnego Gdańsk–Gdynia–Sopot (2021). [https://www.metropoliagdansk.pl/upload/files/DIAGNOZA_ADAPTACJI_I_MITYGACJI_DO_ZMIAN_KLIMATU_OMGGS_PROJEKT \(1\).pdf](https://www.metropoliagdansk.pl/upload/files/DIAGNOZA_ADAPTACJI_I_MITYGACJI_DO_ZMIAN_KLIMATU_OMGGS_PROJEKT%20(1).pdf) (dostęp: 08.05.2023).
3. EEA (2022). *Beyond Water Quality – Sewage Treatment in a Circular Economy*.
4. EKOMETRIA. Biuro studiów i pomiarów proekologicznych (2016). *Sporządzenie inwentaryzacji sieci kanalizacji deszczowej wraz z modelem hydrodynamicznym odprowadzenia wód opadowych w mieście i oceny ich oddziaływania na środowisko*. Gdańsk.
5. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2023). *Sixth Assessment Report*, <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/> (dostęp: 08.05.2023).
6. KPZK (2011). *Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju do roku 2030*.
7. PADZK Gdańsk (b.d.). *Plan adaptacji miasta Gdańska do zmian klimatu do roku 2030*, [mpa_projekt_gdansk.pdf](#) (dostęp: 07.05.2025).

8. Wainwright, O. (2023). The Parched Metropolis: Can Eco Architecture Aave LA from Mega-Drought?, *The Guardian*, 27 lutego 2023.
9. Zielona Księga (2007). Komisja dla Rady, Parlamentu europejskiego, Europejskiego komitetu ekonomiczno-społecznego i Komitetu regionów – Adaptacja do zmian klimatycznych w Europie – warianty działań na szczeblu UE {SEC (2007) 849}, dokument 52007DC0354.

Materiały internetowe

1. Climate-ADAPT, <https://climate-adapt.eea.europa.eu/> (dostęp: 02.05.2023).
2. Dakakker, <https://dakakker.nl/site/?lang=en> (dostęp: 27.07.2023).
3. EEA. *Urban Waste Water*, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/urban-waste-water-treatment/urban-waste-water-treatment-assessment-5> (dostęp: 02.05.2023).
4. Gdańskie Wody (b.d.). <http://www.gdmel.pl/> (dostęp: 20.05.2022).
5. KPOŚK (b.d.). *Krajowy program oczyszczania ścieków komunalnych*, <https://www.gov.pl/web/wody-polskie/krajowy-program-oczyszczania-sciekow-komunalnych> (dostęp: 05.07.2024).
6. Metropolia Gdańsk (b.d.). <https://www.metropoliagdansk.pl/> (dostęp: 02.05.2023).
7. Mrowiec, M. (2019). *Kanalizacja ogólnospławna i rozdzielcza – oddziaływanie na środowisko*, <https://inzynierbudownictwa.pl/kanalizacja-ogolnosplawna-i-rozdzielcza-oddziaływanie-na-srodowisko/> (dostęp: 05.07.2024).
8. PGWWP, <https://www.gov.pl/web/wody-polskie> (dostęp: 02.05.2023).
9. Plac wodny Benthemplein, Klimada, <https://klimada2.ios.gov.pl/plac-wodny/plac-wodny-benthemplein/> (dostęp: 02.05.2023).
10. Polska w liczbach, <https://www.polskawliczbach.pl/Reda#dane-demograficzne> (dostęp: 20.05.2022).
11. Watersquare Benthemplein, de Urbanisten <https://www.urbanisten.nl/work/benthemplein> (dostęp: 02.05.2023).

The Role of Water and Sewage Infrastructure in Adaptation to Climate Change – the Example of Reda and Other Towns

Abstract

Climate change and weather phenomena such as heavy rains, floods and droughts pose new challenges in the collection, retention, drainage and distribution of water. Therefore, it is necessary to modernise the technical infrastructure, which must meet quantitative changes (the amount of water discharged in a unit of time) and qualitative changes (treating rainwater as a resource, not sewage). The technical infrastructure built in the second half of the 20th century was mainly used for industrialisation, urbanisation and improvement of living conditions of residents. Now, it is becoming important to manage environmental resources. The aim of the article is to show a fundamental change that is taking

place in this area. It is not only about improving or supplementing infrastructure but about creating new forms and tools to meet socio-economic needs. Towns and municipalities where these changes are taking place are so far only partially prepared to implement new solutions. The selected case study is the town of Reda, whose challenges are presented in relation to cities already applying good practices in this area: Gdańsk, Rotterdam and Los Angeles.

Keywords: urban economy, sustainable development, climate crisis, technical infrastructure, water management, circular economy
