

Joanna Szafran

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej

Wydział Ekonomiczny

joanna.szafran@mail.umcs.pl,  <https://orcid.org/0000-0002-8814-5401>

Adaptacja miejskiego systemu wodnego do zmian klimatu – narzędzia i źródła finansowania

Zarys treści: Artykuł ma na celu usystematyzowanie narzędzi adaptacji polskich miast do głównych zagrożeń wodnych towarzyszących zmianom klimatu, a także wskazanie źródeł ich finansowania. W pierwszej części przedstawiono główne zagrożenia wynikające z urbanizacji i zmian klimatu dla systemów wodnych w miastach. W oparciu o doświadczenia międzynarodowe i krajowe dokonano klasyfikacji działań zaradczych oraz wskazano potencjalne korzyści z ich zastosowania. Następnie przeanalizowano źródła finansowania inwestycji adaptacyjnych w Polsce w kontekście specyfiki podsektorów wodnych oraz wyboru opcji adaptacji. Wnioski płynące z opracowania to konieczność zintegrowanego podejścia do zagrożeń wodnych i rozwoju miast, uwzględnianie korzyści z NbS, podnoszenie świadomości lokalnych użytkowników i szersze ich włączenie w finansowanie bezpieczeństwa wodnego wspólnot lokalnych.

Słowa kluczowe: adaptacja do zmian klimatu, miejskie plany adaptacji, inwestycje wodne, błękitno-zielona infrastruktura, fundusze UE

Wprowadzenie

Woda jest niezbędna do życia ludzi i ekosystemów oraz dla wielu sektorów gospodarki, które bezpośrednio zależą od jej dostępności i jakości. Polska jest czwartym krajem w Europie o najniższych zasobach wody słodkiej w przeliczeniu na mieszkańca, które wynoszą średnio 1500 m³, czyli poniżej granicy „stresu wodnego” ustalonej przez ONZ na poziomie 1700 m³ na osobę (GUS 2024). Z powodu dużej zmienności czasowej i przestrzennej zasilania wód powierzchniowych, niewystarczającej retencji oraz obniżania się poziomu wód podziemnych powstają okresowe deficyty bądź nadmiary wody. Problemy te nasilają zmiany klimatu, którym towarzyszą wyższe temperatury i parowanie, bezśnieżne zimy, gwałtowne burze z intensywnymi opadami. Według Programu Narodów Zjednoczonych ds. Środowiska 90% klęsk żywiołowych związanych jest ze zmianami klimatu i wodą,

dlatego wymagają one wspólnych działań (UNEP 2023). W latach 2010–2019 intensywne susze obejmujące znaczący obszar Polski wystąpiły dwukrotnie częściej (średnio co 2,5 roku) aniżeli dekadę wcześniej. Powodzie rzeczne z 1997, 2001 i 2010 r. spowodowały straty ludzkie i materialne, które oszacowano odpowiednio na ponad 22 mld zł, 4,44 mld zł i 13,63 mld zł (w cenach stałych z 2020 r., za: Atlas skutków... 2022, s. 16), zaś powódź z 2024 r. – na około 2,15 mld zł (ok. 500 mln euro, za: Grupa Banku Światowego 2024). Ze względu na rosnącą antropopresję miasta skupiają wiele czynników stresogennych dla zasobów wodnych, a jednocześnie są szczególnie narażone na skutki zmian klimatycznych. Umiarkowane lub wysokie ryzyko wystąpienia burz i powodzi rzecznych dotyka co drugie polskie miasto, w tym największe aglomeracje, które równocześnie borykają się z niedoborem wody (Grupa Banku Światowego 2024). W planach adaptacji największych miast w Polsce (44 miast powyżej 100 tys. mieszkańców i Warszawy) gospodarka wodna została uznana za najbardziej wrażliwy sektor, który jednocześnie determinuje funkcjonowanie innych sektorów miejskich. Potrzebne jest zatem zintegrowane zarządzanie wodą i miastem, zamiast „rabunkowej eksploatacji” i „walki z powodzią” (Januchta-Szostak 2019), które oparte były głównie na działaniach technicznych. Celem artykułu jest usystematyzowanie narzędzi adaptacji polskich miast do głównych zagrożeń wodnych towarzyszących zmianom klimatu, a także wskazanie źródeł ich finansowania. W postępowaniu badawczym przyjęto trzy cele szczegółowe, którym został podporządkowany układ opracowania. Po pierwsze, rozpoznanie głównych zagrożeń wynikających ze zmian klimatu dla miejskich systemów wodnych. Następnie, próba klasyfikacji sposobów radzenia sobie z tymi zagrożeniami w oparciu o doświadczenia miast polskich i europejskich. W trzeciej części zaprezentowano wyniki analiz źródeł i mechanizmów finansowania inwestycji adaptacyjnych w kontekście specyfiki podsektorów wodnych oraz wyboru opcji adaptacji. Do osiągnięcia tych celów posłużyły metody jakościowe oraz empiryczne. Te pierwsze obejmują przegląd literatury, raportów OECD i Europejskiej Agencji Ochrony Środowiska, krytyczną analizę dokumentów strategicznych i legislacyjnych, a także miejskich planów adaptacji i raportów z ich wdrażania. Metody empiryczne umożliwiły analizę dynamiki i struktury nakładów na gospodarkę wodną, ściekową i ochronę wód w oparciu o dane GUS za lata 2005–2023, dane z platformy Komisji Europejskiej: Cohesion Open Data, programów krajowych i regionalnych na lata 2021–2027, a także dane Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚGW) i portalu mapa-dotacji.gov.pl. Z uwagi na ustawowy obowiązek sporządzenia planów adaptacji dla miast liczących co najmniej 20 tys. mieszkańców oraz uwzględniania ich założeń w dokumentach programowych miast (Dz.U. z 2024 r. poz. 1940), przedstawione badania mogą mieć wartość edukacyjną oraz aplikacyjną.

Zagrożenia wodne miast w obliczu zmian klimatu

W latach 70. XX w. barierą dla rozwoju wielu polskich miast był brak dostępu do odpowiedniej ilości i jakości wody pitnej, a na przełomie wieków niedostateczne

zdolności odbioru i oczyszczania ścieków komunalnych (Sumisławski 2023). Obecnie miasta borykają się ze zmianami klimatu i towarzyszącymi im ekstremami pogodowymi. „Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu” za główne bezpośrednie zagrożenia dla obszarów miejskich uznał intensyfikację zjawiska miejskiej wyspy ciepła, silne ulewę powodujące podtopienia oraz susze sprzyjające deficytowi wody w miastach, a także powodzie jako zagrożenie pośrednie dla infrastruktury miejskiej powodujące podtopienia, osuwiska i niszczenie ciągów komunikacyjnych, budynków i mienia (SPA 2020, s. 31–32).

Towarzyszący urbanizacji wzrost populacji, działalności gospodarczej i zabudowy oraz rozlewanie się miast na obszary rolne i przyrodnicze (*urban sprawl*) powoduje rosnącą presję na zasoby wodne, w szczególności poprzez (Kowalczak 2011, Kowalczak, Kundzewicz 2011, Wojciechowska i in. 2016):

- nadmierny pobór wody, w tym najwyższej jakości,
- koncentrację ścieków komunalnych i przemysłowych,
- zanieczyszczenie wody, powietrza i gleby,
- drastyczną modyfikację sieci hydrograficznej oraz zmniejszenie naturalnych obszarów magazynowania wody w wyniku zabudowy zlewni, regulacji rzek i osuszania terenów podmokłych, co skutkuje zanikaniem cieków powierzchniowych i obniżaniem stanu wód podziemnych,
- zmianę funkcji i zagospodarowania miasta, np. likwidację fosy, włączenie kanałów i rzek do sieci miejskich kolektorów kanalizacyjnych,
- intensywną zabudowę i uszczelnianie powierzchni,
- nasilenie procesu erozji gleby,
- zmniejszenie terenów zielonych i bioróżnorodności, w tym terenów wodno-błotnych, co wpływa na ewapotranspirację, retencję i oczyszczanie wody.

W miastach rośnie zapotrzebowanie na wodę do konsumpcji, na cele produkcyjne i technologiczne, sanitarne, nawadnianie zieleni miejskiej i jeszcze większe na prywatnych posesjach, z drugiej zaś strony zrzuty komunalne i przemysłowe zanieczyszczają wody powierzchniowe, a niekiedy i wody gruntowe oraz niszczą ich ekosystemy (McGrane 2016). Systemy wodne miast zostały zmodyfikowane, aby spełnić szeroki wachlarz często sprzecznych celów (Grimm i in. 2008). Powszechnie uznaje się, że zmiana użytkowania gruntów, zabudowa i uszczelnienie powierzchni materiałami nieprzepuszczalnymi, o małej porowatości (np. asfalt, beton), a także wyrównywanie terenu oraz spadki przy drogach i nasypach kolejowych ograniczają proces infiltracji oraz zwiększają wielkość i szybkość spływu powierzchniowego, w tym do kanalizacji (Whitehead i in. 2009, Kowalczak 2011, s. 69, Wojciechowska i in. 2016, s. 19). Większy spływ zwiększa ryzyko powodziowe, a jednocześnie częstsze niskie przepływy w rzekach (niżówki) w okresach bezdeszczowych. Co więcej, uszczelnienie gleby i nadbrzeży zmniejszyło przestrzeń do przyjmowania wód powodziowych, zaś zmniejszenie powierzchni lasów i terenów podmokłych ograniczyło ich rolę w buforowaniu zdarzeń powodziowych. Procesy urbanizacji prowadzą również do zajmowania terenów zalewowych i często nieodpowiedniego planowania odwodnienia (McClymont i in. 2019, SPA 2020).

Obszary miejskie są „punktami zapalnymi” (*hot spots*) zmian środowiskowych i klimatycznych (Grimm i in. 2008, Whitehead i in. 2009). Systemy wodne i kanalizacyjne na obszarach miejskich są szczególnie narażone na bezpośrednie skutki zmian klimatycznych, takie jak wzrost temperatur oraz związana z nimi szybkość parowania i transpiracji, zmiany w wewnętrznym i zewnętrznym zapotrzebowaniu na wodę, zmiany rozkładu i intensywności opadów oraz szybkości odpływu wód burzowych, a w przypadku miast przybrzeżnych wzrost poziomu morza i fale sztormowe oraz częstsze występowanie powodzi i susz (Ludwig, Moench 2009, Major i in. 2011, Kowalczak 2011). Wraz ze wzrostem populacji i powierzchni miast zauważono nasilenie wyspy ciepła, która prowadzi do pogorszenia warunków hydrometeorologicznych i częstszego powstawania burz konwekcyjnych, zjawisk cyklonicznych, z gradem i nawałnym deszczem przekraczającym przepustowość infrastruktury wodno-kanalizacyjnej (Kowalczak 2011, Major i in. 2011, Lenart 2015). W efekcie dochodzi do podtopień i powodzi błyskawicznych (*flash flood*) nazwanych też miejskimi (*urban flood*) (Magnuszewski 2015, Rosiek 2023). Ponadto wysoka temperatura oraz wysoki odpływ, który niesie ze sobą różne stałe i rozpuszczone zanieczyszczenia miejskie i rolnicze, powodują pogorszenie jakości wody, eutrofizację zbiorników wodnych i zamieranie ich ekosystemów (McGrane 2016, Sakson-Sysiak 2019). Pod wpływem fal upałów lub chłodu zwiększa się również zapotrzebowanie na energię, co wymaga chłodzenia elektrowni wodą konkurującą z innymi jej zastosowaniami (Major i in. 2011). Efekty zmian klimatu w sektorze wodnym będą więc miały wpływ na inne sektory miejskie, w tym na zdrowie publiczne i środowisko, energetykę, mieszkalnictwo i użytkowanie gruntów, rolnictwo, rybołówstwo, żeglugę, sport, turystykę i rekreację. Jednocześnie efekty zmian klimatu w innych sektorach będą oddziaływały na systemy wodne w mieście (Kowalczak, Kundzewicz 2011, Major i in. 2011).

Polityki i środki adaptacyjne mają na celu zmniejszenie narażenia i/lub podatności populacji, aktywów i środowiska na skutki określonych zagrożeń związanych z klimatem (EEA 2023, s. 8). Odnoszą się one również do czterech zagrożeń wodnych: „za mało wody” (susze), „za dużo wody” (powodzie), „zanieczyszczona woda” i degradacja ekosystemów wodnych. Przystosowanie sektora wodnego do zmian klimatu obejmuje szeroki zakres działań w dziedzinie prognozowania przyszłych potrzeb i ryzyka, a następnie projektowania i zarządzania jego elementami, inwestycji w infrastrukturę oraz polityk, w tym planowania i współpracy na różnych szczeblach (Major i in. 2011). Dotyczą one wszystkich jego podsektorów, które są definiowane na podstawie charakteru ich aktywów i przeznaczenia, a mianowicie zaopatrzenia w wodę pitną pochodzącą głównie z wód gruntowych, zarządzania wodami powierzchniowymi i masowego zaopatrzenia w wodę, odbioru i oczyszczania ścieków komunalnych i przemysłowych, drenażu miejskiego, gospodarowania wodami opadowymi i nawadniania, ochrony zasobów wodnych, ochrony przeciwpowodziowej, a także wielofunkcyjnej infrastruktury (Alaerts 2019, OECD 2022). Powiązane ze sobą podsektory wodne i ich aktywa podlegają różnym organom administracyjnym i mogą być zarządzane w ramach różnych procedur (Major i in. 2011, Alaerts 2019). W celu zmniejszenia narażenia

populacji miejskiej na zagrożenia wodne konieczne jest również informowanie i edukowanie, unikanie budowy na obszarach wysokiego ryzyka, zapewnienie środków ubezpieczeniowych i sieci wsparcia w warunkach kryzysu, a niekiedy relokacja grup ryzyka (EEA 2023). Działania adaptacyjne i inwestycje związane z wodą łączą zatem wiele sektorów oraz wpisują się w politykę rozwoju i planowanie przestrzenne miast.

Klasyfikacja instrumentów przystosowania sektora wodnego do zmian klimatu

Krajowe ramy polityki adaptacyjnej wyznaczają: „Strategiczny Plan Adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030” przyjęty w 2013 r. (SPA 2020), „Polityka ekologiczna państwa 2030” z 2019 r. (PEP 2030), a także „Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021–2030” oraz „Krajowa Polityka Miejska z 2022 r. z perspektywą do 2030 r.”

SPA 2020 dostrzega wpływ zagrożeń wodnych dla rozwoju większości sektorów gospodarki i regionów, obszarów zurbanizowanych oraz rolniczych. Proponuje działania legislacyjne, organizacyjne, informacyjne oraz wsparcie badań ukierunkowanych na realizację celów szczegółowych, w tym: dostosowanie sektora gospodarki wodnej oraz strefy przybrzeżnej do zmian klimatu, monitoring i systemy wczesnego ostrzegania i reagowania na obszarach miejskich i wiejskich, miejską politykę przestrzenną uwzględniającą zwiększenie obszarów zieleni i wodnych, zarządzanie wodami opadowymi, zwiększenie retencji i wymianę szczelnych powierzchni gruntu na przepuszczalne, a także adaptację grup szczególnie narażonych poprzez usprawnienie zarządzania kryzysowego, upowszechnienie ubezpieczeń majątkowych i wzmocnienie systemu opieki społecznej. Jednakże SPA 2020 nie dedykuje im źródeł i programów finansowania, wskazując ogólnie źródła krajowe i zagraniczne, zarówno publiczne (z budżetu UE – odnosząc je do perspektywy finansowej 2014–2020, budżetu państwa i budżetów samorządów, NFOŚiGW i funduszy wojewódzkich), jak i środki prywatne.

PEP 2030 stanowi strategię rozwoju środowiska i gospodarki wodnej, która ukierunkowuje interwencje w tym obszarze na zrównoważone gospodarowanie wodami, w tym zapewnienie czystej wody dla społeczeństwa i gospodarki oraz dobrego stanu wód, na adaptację do zmian klimatu i zarządzanie ryzykiem klęsk, a także edukację ekologiczną oraz usprawnienie systemu zarządzania i finansowania. Działania adaptacyjne obejmują: opracowanie i wdrożenie dokumentów planistycznych w zakresie gospodarowania wodami oraz miejskich planów adaptacji, rozbudowę infrastruktury przeciwpowodziowej i obiektów małej retencji, renaturyzację rzek i ich dolin, mokradeł oraz wybranych fragmentów wybrzeża, a także zarządzanie wodami opadowymi na terenach zurbanizowanych poprzez różne formy retencji, rozwój błękitnej i zielonej infrastruktury (BZI) oraz ograniczenie zasklepiania gleby. W ramach zadań przyznanych utworzonemu w 2018 r.

Państwowemu Gospodarstwu Wodnemu Wody Polskie (PGW WP) opracowuje i aktualizuje ono projekty planów gospodarowania wodami na obszarze dorzeczy (PGW), dokumentów z zakresu oceny i zarządzania ryzykiem powodziowym (w tym PZRP), programu ochrony wód morskich, a także plan przeciwdziałania skutkom suszy (PPSS) oraz – we współpracy z ministerstwem ds. gospodarki wodnej – Krajowy program oczyszczania ścieków komunalnych (Dz.U. z 2024 r. poz. 1087). Ustalenia PGW, PZRP i PPSS powinny być uwzględnione w strategii rozwoju miasta lub strategii rozwoju ponadlokalnego, w planie ogólnym, miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego (MPZP), decyzjach o warunkach zabudowy (WZ), czy też w gminnych programach rewitalizacji (GPR). Jednakże planowanie w układzie dorzeczy, regionów wodnych i poszczególnych zlewni nie zawsze jest spójne z planowaniem miejskim w układzie administracyjnym czy sublokalnym (MPZP, GPR). Dlatego zintegrowana miejska gospodarka wodna opiera się zarówno na połączeniu wszystkich podsektorów wodnych, jak i na powiązaniu planowania miejskiego, urbanistyki i sektorów miejskich z gospodarką wodną (Januchta-Szostak 2019).

Dokumenty strategiczne, plany i nadrzędne programy wyznaczają kierunki interwencji oraz procedury działania i mechanizmy współpracy różnych aktorów, które wymagają przełożenia na konkretne efekty poprzez instrumenty regulacyjne, ekonomiczne i informacyjno-edukacyjne (Guidance on water... 2009). Instrumenty regulacyjne wykorzystują przymus prawa (*command and control*) i służą zapewnieniu odpowiedniej ilości i jakości wody oraz warunków sanitarnych, jak również ograniczaniu skutków zdarzeń ekstremalnych, w tym przestrzeganiu norm i standardów jakości wody pitnej i ścieków, ograniczeń lub zakazów dotyczących szkodliwych substancji, regulacji użytkowania gruntów i wyznaczania stref buforowych (np. ograniczających zabudowę terenów zalewowych oraz przedostawanie się do wody azotu, fosforu i pestycydów pochodzenia rolniczego). Ramy prawne wspólnych działań na rzecz ochrony i przywrócenia jakości wody w UE oraz zapewnienia jej długoterminowego zrównoważonego użytkowania stanowi dyrektywa ramowa w sprawie wody i pięć dyrektyw szczegółowych¹. Wymaga ona również, aby cena pobierana od użytkowników wody odpowiednio pokrywała koszty usług wodnych, w tym koszty środowiskowe i koszty zasobów, uwzględniając zasadę „zanieczyszczający płaci” oraz warunki klimatyczne (art. 9 Dyrektywy/2000/60/WE). Instrumenty ekonomiczne mogą wpływać na zachowania różnych odbiorców poprzez sygnały cenowe o wartości wody oraz kalkulacje kosztów i korzyści dla produkcji i konsumpcji przyjaznej dla środowiska (np. opłaty za pobór i zanieczyszczenie wody, taryfy użytkowników, „podatek od uszczelnienia”, publiczne inwestycje w infrastrukturę, dotacje i zachęty finansowe). Z kolei instrumenty informacyjno-edukacyjne służą podnoszeniu

¹ Są to: dyrektywa 2020/2184 z dnia 16 grudnia 2020 r. ws. jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi; dyrektywa 2006/7/WE z dnia 15 lutego 2006 r. dotycząca zarządzania jakością wody w kąpieliskach; dyrektywa 2006/118/WE z dnia 12 grudnia 2006 r. ws. ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu; dyrektywa 2007/60/WE z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim oraz dodatkowo dyrektywa ramowa w sprawie strategii morskiej 2008/56/WE z dnia 17 czerwca 2008 r.

świadomości i upowszechnianiu wiedzy, np. obowiązek ujawniania informacji, ekoetykietowanie, certyfikacja, kampanie edukacyjne i usługi doradcze. Mają one formę systemów wczesnego ostrzegania przed zagrożeniami wodnymi lub map ryzyka powodzi. Funkcje takie pełnią też platformy internetowe, np. europejska platforma adaptacji do zmiany klimatu (CLIMATE-ADAPT) czy krajowy portal KLIMADA 2.0.

Tabela 1. Klasyfikacja instrumentów adaptacyjnych według zagrożeń wodnych

Zagrożenie	Regulacyjne	Ekonomiczne	Informacyjne
„Za mało wody” (w tym susza)	zgody wodnoprawne; ograniczenia w użytkowaniu wody; administracyjny przydział wody; limity i kontrola poboru	opłaty za usługi wodne (w tym za zmniejszanie naturalnej retencji); handel wodą (np. rynki wody, banki wody, opcje na lata suche); płatności za usługi ekosystemowe (PES); programy mikrofinansowania (np. zbiorników na deszczówkę); ubezpieczenie od suszy	kampanie informacyjne i edukacyjne promujące oszczędzanie wody; ostrzeżenia i informacje o suszy
Zanieczyszczona woda	normy jakości wody; pozwolenia na zrzut zanieczyszczeń	opłaty za zanieczyszczenie (zasada „zanieczyszczający płaci”); zbywalne pozwolenia na zanieczyszczenie; PES	systemy monitorowania jakości wody i wczesnego ostrzegania; kampanie informacyjne i edukacyjne; doradztwo na rzecz technik rolnych ograniczających negatywny wpływ na wodę
„Za dużo wody” (w tym powódź)	planowanie przestrzenne, ograniczenia strefowe; przepisy i normy budowlane	ubezpieczenie od powodzi; partnerstwa publiczno-prywatne (np. infrastruktury przeciwpowodziowej); PES	mapy ryzyka powodzi; monitorowanie ilości wody i systemy wczesnego ostrzegania
Degradacja ekosystemów słodkowodnych	minimalne przepływy środowiskowe	„odkup” uprawnień wodnych w celu zapewnienia odpowiednich przepływów środowiskowych	promowanie świadomości wartości usług ekosystemów słodkowodnych

Źródło: opracowano na podstawie OECD (2013, 2022) i ustawy Prawo wodne.

Jak słusznie zauważono, skuteczne strategie adaptacyjne dla miejskich systemów wodnych stanowią kombinację działań strukturalnych i niestrukturalnych, w tym instrumentów regulacyjnych, ekonomicznych oraz informacyjno-edukacyjnych, wdrażanych w różnych skalach czasowych (Guidance on water... 2009, Januchta-Szostak 2019). W związku z tym wyróżnia się instrumenty zapobiegające negatywnym skutkom zmian klimatu (oparte na prognozowaniu ryzyka i mapowaniu podatności na zagrożenia w różnych scenariuszach), zwiększające odporność ekosystemów i zabezpieczające ich usługi dla ludzi (ochrona przestrzeni, ograniczenie stresów niezwiązanych z klimatem, testowanie strategii i zarządzania adaptacyjnego), przygotowawcze (np. planowanie na wypadek suszy, inwestycje w nowe studnie i zakłady odsalania wody) oraz reagowania (np.

ewakuacja, zabezpieczenie dostaw wody i urządzeń sanitarnych) (Guidance on water... 2009).

W europejskich miastach działania adaptacyjne najczęściej dotyczą konwencjonalnej infrastruktury technicznej (tzw. szarej), następnie rozwiązań opartych na ekosystemach (*ecosystem-based adaptation*, EbA) lub na przyrodzie (*nature-based solution*, NbS) oraz środków zarządzania (planowanie, inteligentne systemy wodne) (EEA 2023). Rozbudowa i stan infrastruktury oraz obiektów hydrotechnicznych bezpośrednio wpływa na dostępność i jakość wody, a także ogranicza ryzyko lub skutki powodzi. NbS stanowią rozwiązania inspirowane i wspierane przez naturę, odpowiadają na różne zagrożenia wodne, są ekonomicznie opłacalne, a jednocześnie przynoszą szereg korzyści środowiskowych, społecznych i ekonomicznych (EEA 2021, s. 17). Przywracanie mokradeł i terenów zielonych oraz tworzenie błękitno-zielonej infrastruktury (m.in. ogrodów deszczowych, zbiorników, niecek i muld chłonnych) może pomóc w naturalnym zarządzaniu wodami opadowymi i ochronie przed powodzią, a jednocześnie oczyszcza powietrze

Tabela 2. Korzyści płynące z rozwiązań opartych na naturze w porównaniu z tradycyjną infrastrukturą „szarą” w gospodarowaniu wodą miejską

Infrastruktura	Niedobór wody	Zapewnienie jakości wody		Moderowanie zdarzeń ekstremalnych, w tym powodzi				Ochrona ekosystemu
		oczyszczanie kontrola biologiczna	kontrola temperatury	powodzie rzeczne	odpływ wód opadowych	powodzie przybrzeżne		
Błękitno-zielona infrastruktura/NbS								
Zarządzanie popytem	×							×
Lokalne przetwarzanie wody czarnej i szarej	×	×	×					
Przywracanie/ochrona mokradeł	×	×	×	×	×			×
Zbieranie wody	×					×		
Tereny zieleni	×	×		×		×		×
Przepuszczalne nawierzchnie	×	×				×		×
Zielone dachy, ściany						×		×
Ochrona/przywracanie mangrowców, nadbrzeży							×	×
„Szara” infrastruktura								
Zapory, pompownie wód gruntowych	×			×				
Zapory, falochrony, wały przeciwpowodziowe				×	×		×	
System dystrybucji wody	×							
Stacja uzdatniania wody		×	×					
Kanalizacja deszczowa, miejska infrastruktura wody burzowej						×		

Źródło: OECD 2020.

z emisji i daje ochłodę, wspiera bioróżnorodność oraz zdrowie (Burchard-Dziubińska 2016, Wojciechowska i in. 2016, Januchta-Szostak 2019, Krauze, Wagner, 2019, Rzeka w mieście... 2023). Świadomość tych korzyści promowana w koncepcji usług ekosystemowych, pozwala na wprowadzenie płatności za te usługi (*payments for ecosystem services*, PES), czyli „wynagrodzenia tych, którzy ponoszą koszty, chroniąc środowisko, przez tych, którzy odnoszą dzięki temu korzyści” (Kronenberg 2016, s. 73). Przybierają one formę systemów płatności lub programów rekompensat za zalesianie lub zachowanie mokradeł dla rolników bądź innych właścicieli nieruchomości w celu zwiększenia retencji i redukcji ryzyka powodzi, a na obszarach miejskich zagrożonych podtopieniami, mogą to być zachęty do instalacji zielonych dachów, systemów retencji deszczówki czy roślinności absorbującej wodę na terenach publicznych.

W zależności od lokalnych warunków i potrzeb stosuje się różne typy infrastruktury oraz ich kombinacje („szare” i NbS), aby zmaksymalizować skuteczność strategii adaptacyjnej.

Istotnym kryterium przy konstruowaniu i wyborze opcji adaptacji jest relacja poniesionych kosztów i uzyskanych korzyści (efektywności ekonomicznej), preferując w kolejności: opcje *win-win* i *no-regrets*, opcje *low-regret* lub elastyczne środki adaptacji (Guidance on water... 2009). Opcja *win-win* jest wielokierunkowa, oprócz adaptacji przyczynia się do mitygacji zmian klimatycznych bądź przynosi inne korzyści społeczne, środowiskowe czy ekonomiczne, w tym ograniczenie wydatków publicznych lub prywatnych (Podręcznik adaptacji 2023, s. 37). Rezultat synergii z innymi celami daje np. efektywne wykorzystanie ciepłej wody (zmniejsza pobór wody i emisję CO₂ z jej podgrzewania) lub wspomniana BZI i ochrona terenów zieleni miejskiej. Działania adaptacyjne w opcji *no-regrets* w stosunkowo krótkim czasie przynoszą mierzalne korzyści i są ekonomicznie opłacalne, niezależnie od scenariusza klimatycznego, np. zakaz budowy na terenach zalewowych, dobre praktyki zarządzania glebą w celu ograniczenia rozproszonego zanieczyszczenia. Opcje *low-regret* dotyczą działań adaptacyjnych, z którymi związane są stosunkowo niskie nakłady w porównaniu do potencjalnych korzyści. Te ostatnie osiągnąć są głównie przy prognozowanych zmianach klimatu, np. monitoring zjawisk ekstremalnych, budowa systemów odwadniających o większej przepustowości, niż wymagają obecne warunki klimatyczne. Z kolei elastyczne środki adaptacji są projektowane z możliwością modyfikacji w przyszłości, w miarę postępowania zmian klimatycznych, np. zbiornik retencyjny z możliwością zwiększenia jego pojemności. Ze względu na niepewność prognoz oraz zmienność wpływu klimatu na zasoby wodne, wybór opcji adaptacji powinien opierać się na wielokryterialnej analizie korzyści i kosztów oraz ocenie ryzyka klimatycznego (Podręcznik adaptacji 2023). Ponadto podatność miasta na zmiany klimatu zależy w znacznej mierze od jego potencjału adaptacyjnego, obejmującego zasoby finansowe, infrastrukturalne, ludzkie, instytucjonalne i wiedzy, które miasto może uruchomić w działaniach adaptacyjnych bądź należy je wzmocnić, gdy są niewystarczające.

Źródła finansowania adaptacji miejskiego systemu wodnego

Finansowanie sektora wodnego historycznie było domeną budżetów publicznych, z uwagi na atrybuty wody jako dobra wspólnego i publicznego, podlegające ścisłym regulacjom. Nieliczne europejskie państwa i samorządy zaangażowały techniczne i finansowe możliwości sektora prywatnego. Na przykład we Francji poprzez kontrakty i koncesje dla firm prywatnych, które prowadzą eksploatację i zarządzanie, a w przypadku koncesji także część inwestycji. W Anglii i Walii sprywatyzowano usługi wodno-ściekowe (Alaerts 2019).

W Polsce zarządzanie zasobami wodnymi, ochrona przed powodzią i suszą, ochrona przed zanieczyszczeniem lub niewłaściwą eksploatacją wód oraz utrzymywanie ekosystemów wodnych (art. 10, Dz.U. z 2024 r. poz. 1087) są realizowane w oparciu o podział kraju na obszary dorzeczy, regiony wodne i zlewnie, w ramach kompetencji przyznanych właściwym ministerstwom oraz poszczególnym szczeblom w strukturze PGW WP, a także wojewodzie, staroście i organowi wykonawczemu gminy (art. 14 ust. 1), co wymaga koordynacji planowania i inwestycji.

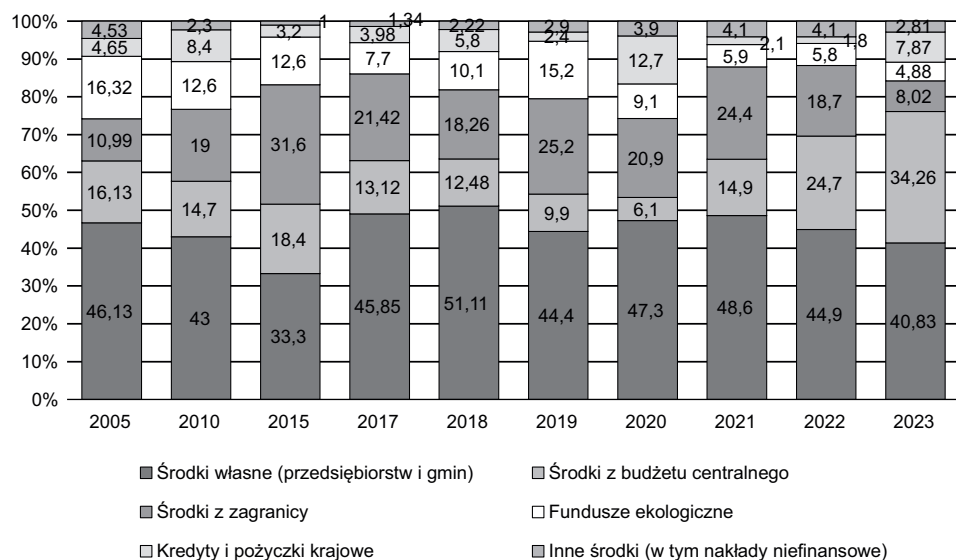
Zaspokajanie zbiorowych potrzeb w zakresie dostaw wody, odbioru i oczyszczania ścieków, wód opadowych, a także wspomniana ochrona wód oraz ochrona przeciwpowodziowa należą do zadań własnych gminy (art. 7 ust. 1 Dz.U. z 1990 r. nr 16, poz. 95). Gmina ustala kierunki rozwoju sieci i lokalizacji tych inwestycji w planowaniu przestrzennym, a także zatwierdza w drodze uchwały „wieloletni plan rozwoju i modernizacji urządzeń wodociągowo-kanalizacyjnych”, który opracowuje i realizuje przedsiębiorstwo wodno-kanalizacyjne. Usługi wodno-kanalizacyjne są świadczone w różnych formach organizacyjnych, najczęściej przez samorządowy zakład budżetowy lub spółkę komunalną bądź w modelu mieszanym z udziałem podmiotu prywatnego czy też w ramach umowy o zamówienie publiczne, koncesję i partnerstwo publiczno-prywatne (PPP). Udział tych ostatnich jest jednak marginalny. O wyborze modelu świadczenia usług decyduje szereg czynników, na czele z lokalnymi warunkami i wielkością gminy, natomiast wpływa on na sposób zarządzania i strukturę finansowania inwestycji. Gminy (lub ich związki) mogą również ponosić koszty inwestycji na wodach Skarbu Państwa, koszty urządzeń wodnych oraz koszty ich utrzymania na mocy porozumienia zawartego z PGW WP na wykonywanie praw właścicielskich na śródlądowych wodach płynących znajdujących się w ich granicach (Dz.U. z 2024 r. poz. 1087).

Ponadto inwestycje służące ograniczaniu zagrożeń wodnych są zależne od specyfiki poszczególnych podsektorów i związanej z nimi infrastruktury, polityki państwa oraz rozwiązań instytucjonalnych. Ze względu na różną skalę i cele mają one różne poziomy intensywności kapitału i okresy spłaty, ryzyka (kredytowe, prawne, rynkowe) oraz zróżnicowane zwroty ekonomiczne, finansowe i społeczne (Money 2017). Projekty wodno-kanalizacyjne są zazwyczaj częścią systemów dostarczania tych usług dla danej jednostki lub kilku gmin (np. w formie związku międzygminnego lub na podstawie porozumień międzygminnych). Mają zatem

lokalny zasięg, są realizowane w oparciu o lokalne zasoby i infrastrukturę gminną (lub należącą do spółki komunalnej), zaś taryfy za usługi podlegają zatwierdzeniu przez radę gminy. Opłaty za wodę i ścieki zapewniają zwykle stabilny strumień przychodów, powinny uwzględniać zarówno bieżące nakłady, jak i koszty planowanych inwestycji, jednak ich podnoszenie może być ograniczone przystępnością cenową oraz wykonalnością polityczną. Ponadto kapitał mobilizowany jest poprzez dług (pożyczki, kredyty, obligacje, w tym obligacje przychodowe np. MPWIK Bydgoszczy, Łodzi, Warszawy i Wrocławia) lub kapitał własny (akcje/udziały lub własność) oraz uzupełniany przez dotacje budżetowe. Dodatkowe wsparcie ze środków krajowych i unijnych uzyskują aglomeracje i ich inwestycje ujęte w „Krajowym programie oczyszczania ścieków komunalnych”.

Z kolei ochrona przeciwpowodziowa jest zazwyczaj rozproszona przestrzennie i niepowiązana z konkretnym strumieniem przychodów. Jej rozbudowa i utrzymanie stanowi zadanie PGW WP, organów administracji rządowej i samorządowej. W efekcie budowie przeciwpowodziowe, w tym powiązane z nimi obiekty techniczne i nieruchomości, są finansowane głównie z budżetu państwa, NFOŚGW, budżetów samorządowych oraz funduszy UE, chociaż możliwy jest także udział podmiotów prywatnych w ramach PPP, darowizn itp. Ze względu na korzyści w postaci redukcji ryzyka oraz ochrony życia i mienia, inwestycje w zarządzanie zagrożeniami, takimi jak powódzie lub susze, mogą mobilizować zasoby sektora ubezpieczeniowego i bankowego (Alaerts 2019).

W latach 2005–2023 nakłady ogółem na środki trwałe w gospodarce ściekowej i ochronie wód wzrosły z 3,6 mld zł do blisko 8,4 mld zł, stanowiąc dominującą



Ryc. 1. Struktura nakładów na środki trwałe w gospodarce wodnej według źródeł finansowania w latach 2005–2023 (w %)

Źródło: opracowano na podstawie danych GUS (2019, 2024a).

pozycję w dziedzinie ochrony środowiska (od 35 do 66%). W 2023 r. największe nakłady poniesiono na rozbudowę sieci kanalizacji sanitarnej odprowadzającej ścieki – 54% i wody opadowe – 21% oraz na oczyszczanie ścieków komunalnych – 18%. W analizowanym okresie nastąpił również 2,5-krotny wzrost nakładów inwestycyjnych na gospodarkę wodną, tj. z 1,7 mld zł do 4,3 mld zł. W 2023 r. połowę z nich skierowano na ujęcia i doprowadzanie wody, 23% na stacje uzdatniania wody, 16% na zbiorniki retencyjne, stopnie wodne, śluzy i jazy, 8% na obwałowania przeciwpowodziowe i stacje pomp oraz 2% na regulację i zabudowę rzek i potoków górskich.

W latach 2005–2023 w strukturze nakładów inwestycyjnych przeważały środki własne zarówno w gospodarce wodnej (45%), jak i ściekowej (50%). Inwestorami o największym udziale w gospodarce ściekowej i ochronie wód były gminy i przedsiębiorstwa, których udział w 2023 r. wyniósł odpowiednio 57 i 37%. W tym samym roku największe nakłady inwestycyjne w gospodarce wodnej poniosły gminy – 45%, podczas gdy przedsiębiorstwa i jednostki budżetowe odpowiednio 28% i 27% (GUS 2024a).

Po środkach własnych kolejnymi największymi źródłami finansowania inwestycji w gospodarce wodnej, jak również w gospodarce ściekowej i ochronie wód, były środki z zagranicy, a następnie fundusze ekologiczne (głównie NFOŚGW i fundusze wojewódzkie). Wraz z akcesją Polski do Unii Europejskiej skromniejsze środki z instrumentów przedakcesyjnych Phare, ISPA (np. modernizacja systemu wodno-ściekowego Bydgoszczy) i SAPARD (na obszarach wiejskich) zostały zastąpione Funduszem Spójności i funduszami strukturalnymi, a dodatkowo wsparte pozaunijnymi mechanizmami finansowania. Opóźnienie w pozyskaniu funduszy UE z nowej perspektywy budżetowej widoczne jest w ich spadku w ostatnich latach. Od 2020 r. w obu sektorach wzrastał udział budżetu centralnego, natomiast zmniejszył się udział funduszy ekologicznych, co może wiązać się z utworzeniem PGW Wody Polskie, które przejęło niemal wszystkie wpływy z opłat środowiskowych z tytułu poboru wód i odprowadzania ścieków.

Strategie krajowe i miejskie plany adaptacyjne dość ogólnie odnoszą się do kwestii finansowania inwestycji wodnych. Z doświadczeń krajów europejskich wynika, że nieliczne z nich (np. Francja i Szwecja) przeznaczyły specjalne fundusze na adaptację z budżetów krajowych, z których część była adresowana do sektora wodnego. Inne włączają działania adaptacyjne do istniejących ustaleń budżetowych, a adaptacja związana z wodą była częścią programów i projektów wodnych (np. Fundusz Delta w Holandii, programy zapobiegania powodziom w Czechach) (OECD 2013). Dodatkowym wsparciem są również środki z instytucji międzynarodowych (np. z Europejskiego Banku Inwestycyjnego, Banku Światowego), a w przypadku państw członkowskich UE – z funduszy i programów głównie w ramach wspólnej polityki rolnej (dla obszarów wiejskich) i polityki spójności, uzupełnianych przez Mechanizm Ochrony Ludności, Fundusz Solidarności UE, programy LIFE i Horyzont.

W latach 2014–2020 adaptacja do zmian klimatu i zapobieganie ryzyku, zwłaszcza powodzi, stanowiło cel tematyczny 5 dla europejskich funduszy strukturalnych i inwestycyjnych, natomiast ochrona i efektywne gospodarowanie zasobami

wodnymi, w tym wypełnienie zobowiązań wynikających z dorobku prawnego UE zostały objęte celem 6. W Polsce największe środki budżetowe na cel 5 pochodzą z Funduszu Spójności – 1,08 mld euro, Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego (EFRR) – 274 mln euro i Europejskiego Funduszu Rolnego i Rozwoju Obszarów Wiejskich (EFRROW) – 102,5 mln euro (Komisja Europejska 2024a). W ramach programu Infrastruktura i Środowisko 2014–2020 (POIS) opracowano plany adaptacji dla 44 największych miast (projekt o wartości 29,95 mln zł) z wyjątkiem Warszawy, która przygotowała strategię adaptacji do zmian klimatu w ramach projektu ADAPTcity ze środków programu LIFE+ i NFOŚGW. Sfinansowano również plany i systemy ochrony przed powodzią i suszą, infrastrukturę przeciwpowodziową i wodno-ściekową, systemy zagospodarowania wód opadowych (np. kolejne etapy kompleksowych programów w Białymstoku, Bydgoszczy, Gdańsku i Wrocławiu), rozwiązania oparte na przyrodzie, a także zrównoważone zarządzanie wodą i glebą oraz ochronę bioróżnorodności. Projekty wodne miast realizowane były również w ramach regionalnych programów operacyjnych oraz programów Interreg z dofinansowaniem EFRR, np. projekt City Water Circles polegający na przygotowaniu „Strategii gospodarki wodą w obiegu zamkniętym dla obszaru bydgosko-toruńskiego obszaru funkcjonalnego i miasta Bydgoszczy: woda opadowa, szara woda i ścieki oczyszczone”.

W wieloletnich ramach finansowych 2021–2027 i przy udziale Instrumentu Odbudowy i Odporności zwiększono do co najmniej 30% ogólny cel wydatków na działania w zakresie klimatu, w tym na łagodzenie zmian klimatu i adaptację do nich. Na adaptację do zmian klimatu i zarządzanie ryzykiem (jako cel szczegółowy celu 2 Europa bardziej ekologiczna i niskoemisyjna) przewidziano ponad 13,9 mld euro, w tym ponad 80% z EFRR, 16,5% z Funduszu Spójności oraz dodatkowo z Funduszu Sprawiedliwej Transformacji (FST). Polska stała się największym ich beneficjentem (łącznie 3,3 mld euro) (Komisja Europejska 2024). Rozdysponowanie środków tych funduszy na działania adaptacyjne w ramach programów krajowych FENIKS, FEPW oraz wybranych Interreg ukazano w tabeli 3. Służą one m.in. rozwojowi planowania adaptacji dla miast powyżej 20 tys. mieszkańców oraz miast będących stolicami powiatów o liczbie mieszkańców od 15 do 20 tys. (FENIKS) bądź średnich miast (20–100 tys. mieszkańców) tracących funkcje społeczno-gospodarcze oraz innych miast subregionalnych z najwyższym udziałem zmarginalizowanych gmin, a także gmin z uzdrowiskami z terenów województw wschodnich (FEPW). Adaptacja do zmian klimatu wpisana jest w przynajmniej jeden z priorytetów wszystkich programów regionalnych, w których zaplanowano od 16,6 mln euro w lubuskim i 33 mln w opolskim do 113 mln w kujawsko-pomorskim i 111 mln w wielkopolskim. Dostosowanie do zmian klimatu w sektorze wodnym uwzględniono również w innych celach szczegółowych: zrównoważona gospodarka wodna, ochrona przyrody i różnorodności biologicznej oraz gospodarka obiegu zamkniętego. Z kolei w Krajowym Planie Odbudowy (KPO) w komponencie pożyczkowym zaplanowano łącznie 8,88 mld euro na inwestycje w zieloną transformację miast (B4.3.1), w tym 2,8 mld euro na dedykowany instrument oferujący preferencyjne pożyczki (w wysokości od 2 do 500 mln zł na okres do 20 lat z roczną karencją w spłacie) udostępniane

za pośrednictwem Banku Gospodarstwa Krajowego. Z racji krótszej perspektywy KPO umowy pożyczkowe powinny zostać zawarte do połowy 2026 r., zaś realizacja projektów może wykraczać poza ten rok. Inwestycje mogą obejmować rozwój systemów gospodarowania wodami i rozwiązania oparte na przyrodzie. Natomiast w komponencie dotacyjnym wspiera on uwzględnienie adaptacji do zmian klimatu w dokumentach planistycznych, a ponadto zrównoważoną gospodarkę wodną, poprawę odporności na susze i powodzie na obszarach rolnych i leśnych.

Uzupełnieniem funduszy dzielonych są programy zarządzane bezpośrednio przez Komisję Europejską. Od 1992 r. Program LIFE wspiera proces wdrażania wspólnotowego prawa i polityki ochrony środowiska oraz promocję zrównoważonej gospodarki, ochronę zasobów i ekosystemów włączając wody morskie i śródlądowe. W latach 2021–2027 realizuje cztery podprogramy, w tym w obszarze środowiska: „Przyroda i różnorodność biologiczna (z alokacją 2,143 mld euro) oraz „Gospodarka o obiegu zamkniętym i jakość życia” (1,345 mld euro), a w obszarze klimatu: „Przejście na czystą energię” (0,997 mld euro) i „Łagodzenie zmian klimatu i przystosowanie do nich” (0,947 mld euro) (Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/783). W ramach tego ostatniego współfinansuje projekty adaptacji miast, m.in. w zakresie planowania użytkowania gruntów, odporności infrastruktury, zrównoważonego zarządzania wodą wobec zagrożenia suszą, zarządzania powodzią i strefą przybrzeżną, rozwoju BZL, odporności rolnictwa, leśnictwa i turystyki, a ponadto umożliwia wymianę wiedzy i wsparcie techniczne (np. projekt LIFE COOLCITY dla Wrocławia, Life Dream Cities w województwie małopolskim) (Europejska Agencja Wykonawcza ds. Klimatu, Infrastruktury i Środowiska; dostęp: 10.11.2024). Z kolei Horyzont Europa (następca Horyzont 2020) wspiera badania i innowacje oraz opracowanie i wdrażanie polityk w zakresie przystosowania do zmian klimatu w ramach klastra 5 „Klimat, energia, środowisko” oraz wpływ zmian klimatu na wody i ich ekosystemy – klaster 6 „Żywność, biogospodarka, zasoby naturalne, rolnictwo i środowisko”, a także w ramach dwóch misji: „Adaptacja do zmian klimatu” i „Neutralne klimatycznie i inteligentne miasta”.

Na mocy umowy o Europejskim Obszarze Gospodarczym, zawartej w 1994 r. między państwami członkowskimi UE oraz Islandią, Liechtensteinem i Norwegią, ustanowiły one Mechanizm Finansowy EOG (MF EOG) i Norweski Mechanizm Finansowy (NMF) w celu zmniejszenia nierówności społecznych i gospodarczych w EOG oraz wzmocnienia stosunków dwustronnych między krajami darczyńców i beneficjentów. Polska jest beneficjentem tych funduszy od 2004 r. W ramach umowy programowej na lata 2014–2021 przekazano łącznie 146 mln euro na obszar priorytetowy „Środowisko naturalne, energia i zmiany klimatu”, w tym na strategię i plany dotyczące środków łagodzących i adaptacyjnych na szczeblu krajowym, regionalnym i lokalnym oraz zapobieganie klęskom i zarządzanie ryzykiem klimatycznym. Ponadto beneficjenci tego programu z terenów objętych klęską żywiołową, którzy ponieśli straty na skutek powodzi w 2024 r., mogą występować o zwiększenie finansowania.

W 1989 r. został utworzony NFOŚGW oraz wojewódzkie fundusze jako niezależne podmioty, lecz tworzące spójny system finansowania ochrony środowiska

i gospodarki wodnej w Polsce. W sektorze finansów publicznych NFOŚGW jest również największym partnerem międzynarodowych instytucji finansowych w obsłudze środków zagranicznych przeznaczonych na ochronę środowiska, np. MF EOG i NMF, ISPA. Pełni rolę instytucji wdrażającej dla właściwych priorytetów POIS, a obecnie FENIKS oraz Krajowego Punktu Kontaktowego dla programu LIFE. Ponadto wspiera samorządy i przedsiębiorstwa sektora wodno-ściekowego w wypełnianiu zobowiązań akcesyjnych i Dyrektywy Wodnej UE. NFOŚGW i fundusze wojewódzkie udzielają dofinansowania w formie preferencyjnych pożyczek, dotacji (w tym na oprocentowanie kredytów bankowych, częściowe spłaty pożyczek, dopłaty do ceny wykupu obligacji) oraz promesy dofinansowania na realizację ogłaszanych corocznie programów priorytetowych. W 2024 r. dofinansowano m.in. pięć programów z zakresu adaptacji do zmian klimatu i ochrony wód przed zanieczyszczeniami: „Gospodarka wodno-ściekowa w aglomeracjach”, „Gospodarka wodno-ściekowa w zakładach przemysłowych”, „Adaptacja do zmian klimatu”, „Moja woda” i „Ogólnopolski program finansowania służb ratowniczych”. W latach 2020–2024 przeznaczono 100 mln zł na program „Moja woda”, którego celem jest zwiększenie retencji oraz wykorzystania wody opadowej i roztopowej na prywatnych posesjach.

Niektóre samorządy przygotowują własne programy małej retencji i rozwoju błękitno-zielonej infrastruktury, włączając w nie mieszkańców, firmy, miejskie przedsiębiorstwa (np. wrocławski MPWIK wykorzystuje zebraną wodę do czyszczenia kanalizacji) oraz placówki oświatowe i kulturalne (np. we Wrocławiu „Szare na Zielone” i „Zielona Kultura”). Od 2014 r. w Krakowie, a następnie w kolejnych miastach realizowane są cykliczne programy małej retencji (m.in. „Złap deszcz” w Kielcach, Lublinie i Wrocławiu, „Łapiemy deszczówkę” w Katowicach, „ZbieraMy deszczówkę” w Łodzi). W ramach rokrocznie uchwalanej dotacji budżetowej 12 z 18 miast wojewódzkich oferowało dofinansowanie do 70% lub 80% kosztów inwestycji, lecz nie więcej niż 2–6 tys. zł dla osób fizycznych i 10–50 tys. zł dla wspólnot mieszkaniowych i spółdzielni, w tym na zakup materiałów i zbiorników, roboty budowlano-montażowe systemów rozsączania, ogrodów deszczowych itd. Ponadto we Wrocławiu wprowadzono zwolnienie od podatku od nieruchomości powierzchni użytkowych lokali mieszkalnych, na których tworzone są zielone dachy oraz ogrody wertykalne (zielone ściany). Źródłem finansowania retencji mogą być opłaty związane z zagospodarowaniem wód opadowych, takie jak opłata za ich odprowadzanie do wód, za korzystanie z sieci kanalizacji deszczowej oraz za zmniejszenie naturalnej retencji terenowej. Od 2018 r. gminy mają obowiązek naliczania opłaty za usługi wodne dotyczące zmniejszenia naturalnej retencji terenowej na właścicieli nieruchomości o powierzchni 3500 m², jeśli na skutek robót lub obiektów budowlanych nastąpiło wyłączenie powyżej 70% powierzchni nieruchomości z powierzchni biologicznie czynnej, na obszarach nieujętych w systemy kanalizacji otwartej lub zamkniętej (zwolnione są drogi, koleje i kościoły) (Dz.U. z 2024 r. poz. 1087). Jednakże tylko 10% wpływów z tego tytułu trafia do JST, a 90% na konto PGW WP, więc koszty jej poboru mogą przewyższać faktyczne korzyści dla samorządów.

Tabela 3. Finansowanie działań adaptacyjnych w sektorze wodnym z funduszy polityki spójności UE w latach 2021–2027

Program, działanie	Finansowanie	Planowanie	Infrastruktura szara				NBS	Informacyjne					
	ogółem (mln zł)	w tym fundusz (mln zł)	adaptacja	gospodarka wodami, zarządzanie ryzykiem	wodno-ściekowa na potrzeby adaptacji	kanalizacja deszczowa, infrastruktura towarzysząca	zbiorniki na wody opadowe, mała retencja	obiekty przeciwpowodziowe	odsklepianie terenu, tereny zalewowe, mokradła	zieleń wodna renaturyzacja	BZI w miastach	ostrzeganie zarządzanie ryzykiem, usuwanie skutków edukacja, transfer wiedzy	
Fundusze Europejskie na Infrastrukture, Klimat, Środowisko													
1.2. Adaptacja terenów zurbanizowanych	727,35	560,06 FS	wdrażanie 44MPA		×	×	×	×	×	×	×		
1.3. Gospodarka wodno-ściekowa	1500,0	1050,0 FS			×								
1.5. Ochrona przyrody i rozwój zielonej infrastruktury	364,7	310,0 FS							×		×	×	
2.4 Adaptacja i zapobieganie klęskom	1764,5	1406,4 EFRR	×	×		×	×	×	×	×	×	×	
Fundusze Europejskie dla Polski Wschodniej													
2.2. Adaptacja do zmian klimatu	194,0	165,0 EFRR	×			×		×			×		
Wybrane programy Interreg													
Południowy Bałtyk (2.2.)	bd	13,8/30,7 EFRR		×	×				×		×	×	
Polska-Słowacja	bd	EFRR		×				×		×	×	×	
Polska-Saksonia	bd	EFRR	×							×	×	×	
		11,8											
Europa – ADAPTO, Gov4water	bd	EFRR		×							×	×	

Źródło: opracowanie własne na podstawie tabel finansowych załączonych do Szczegółowych Opisów Priorytetów dla programów: FENIKS (wersja z dnia 18.04.2025), EPW (wersja z dnia 24.03.2025), <https://www.evt.gov.pl/strony/o-programach/programy-interreg-2021-2027/> (dostęp: 22.05.2025).

Wnioski i rekomendacje

Silne przekształcenie sieci hydrologicznej i struktura przestrzenna miast, z nieodpowiednim terenów zielonych i otwartych wód, powodują wzrost wrażliwości ich systemów wodnych na zagrożenia suszą, powodzi, zanieczyszczenia wody i degradacji ekosystemów, które nasilają się wraz ze zmianami klimatu. Wymagają zatem zintegrowania działań w ramach wszystkich podsektorów wodnych, które są w gestii różnych organów. Strategiczny charakter zasobów wodnych i ich wpływ na jakość życia i inne sektory miejskie uzasadnia integrację inwestycji związanych z wodą z celami innych sektorów, takich jak rolnictwo, energetyka, turystyka oraz rozwój miast, otwierając możliwości dodatkowych źródeł finansowania.

Infrastruktura wodna jest generalnie kapitałochłonna i długotrwała, realizuje cele publiczne oraz należy do infrastruktury krytycznej, stąd głównym źródłem jej finansowania są budżety publiczne, w tym dotacje z funduszy i programów UE, uzupełnione wsparciem NFOŚGW oraz instrumentami dłużnymi (kredyty, obligacje). Reforma w ramach Prawa wodnego miała przenieść ciężar finansowania sektora wodno-kanalizacyjnego z budżetu centralnego na środki z opłat za usługi wodne, które powinny być bodźcem do oszczędnego korzystania z wody i zagospodarowania wód opadowych. Dalsze badania powinny odpowiedzieć na pytanie, czy osiągnięto zamierzony cel oraz wzrost inwestycji z tego źródła. Dodatkowo środki mogą pochodzić z podatków i opłat wdrażających zasadę „zanieczyszczający płaci” bądź od powierzchni nieprzepuszczalnych, jednak wydajność fiskalna tych ostatnich jest niewielka. Z kolei obniżone opłaty w przypadku retencjonowania wody deszczowej powinny zachęcić właścicieli nieruchomości do bezpośrednich inwestycji, zmniejszając tym samym obciążenie budżetów publicznych.

Ograniczenia tradycyjnych sieci odwadniających przy intensywnych ulewach prowadzą do ich zalewania i podtopień, zaś dalsza rozbudowa i modernizacja infrastruktury jest kosztowana i może okazać się niewystarczająca w kolejnych latach. Dlatego postulowane jest odejście od zasady szybkiego odwadniania „z chmury do rury” na rzecz zmniejszania odpływu i retencji wody „u źródła” (na dachach, parkingach, posesjach), „na ścieżce” (cieki, kanały, zbiorniki wodne) oraz „w odbiorniku” (tereny zalewowe, mokradła). Postulowane w unijnych i krajowych dokumentach strategicznych inwestycje w BZI (szerzej NbS, EbA) zmniejszają zapotrzebowanie na wodę, zatrzymują jej nadmiar oraz chronią zbiorniki wodne i infrastrukturę techniczną. Jako opcje *win-win* lub *no-regret* przynoszą również szereg innych korzyści. Wymagają jednak integracji z systemem hydrologicznym miasta, zaprojektowania zamkniętego obiegu wody lub alternatywnego nawadniania, są również ograniczone lokalnymi warunkami. Ich skuteczność jest związana z szerokim zastosowaniem, poprzez włączenie w ich instalację i utrzymanie mieszkańców i wspólnot mieszkaniowych, deweloperów, zarządzających obiektami wielkopowierzchniowymi, przedsiębiorstw prywatnych i publicznych, np. w ramach programów małej retencji, płatności za usługi ekosystemowe, ulgi w podatku od nieruchomości.

W kontekście rosnących wyzwań klimatycznych kluczowe staje się zapewnienie stabilnych i długoterminowych źródeł finansowania poprzez montaż finansowy sektora publicznego i prywatnego. Ten ostatni odgrywa dotychczas niewielką rolę np. w formie PPP, zaś zmniejszanie wsparcia z programów pomocowych zwiększy lukę finansową i potrzebę mobilizacji alternatywnych źródeł finansowania, np. sektora inwestycyjnego i ubezpieczeniowego.

Konflikt interesów

Autorka deklaruje brak występowania konfliktu interesów. Oświadcza, że tekst artykułu jest w całości jej dziełem.

Literatura / References

- Alaerts G. 2019. Financing for Water – Water for Financing: A Global Review of Policy and Practice. Sustainability, 11/821. <https://doi.org/10.3390/su11030821>
- Atlas skutków zjawisk ekstremalnych. 2022. Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy. Klimada2.0 (<https://klimada2.ios.gov.pl/atlas-skutkow-zjawisk-ekstremalnych/>; dostęp: 5.10.2024).
- Burchard-Dziubińska M. 2016. Adaptacja terenów zurbanizowanych do zmian klimatu. [W:] A. Rzeńca (red.), *EkoMiasto#Środowisko. Zrównoważony, inteligentny i partycypacyjny rozwój miast*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, s. 143–163.
- Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej (Dz.U. L 327 z 22.12.2000).
- Europejska Agencja Wykonawcza ds. Klimatu, Infrastruktury i Środowiska (https://inea.ec.europa.eu/programmes/life/climate-change-mitigation-and-adaptation_en; dostęp: 10.11.2024).
- EEA 2023. Urban adaptation in Europe: what works? Implementing climate action in European cities. EEA Report 14/2023 (<https://www.eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-in-europe-what-works>; dostęp: 1.09.2024).
- Grimm N.B., Faeth S.H., Golubiewski N.E., Redman C.L., Wu J.G., Bai X.M., Briggs J.M. 2008. Global change and the ecology of cities. Science, 319(5864): 756–760. <https://doi.org/10.1126/science.1150195>
- Grupa Banku Światowego. 2024. Krajowy raport klimatyczno-rozwojowy: Polska. (<https://www.gov.pl/web/wody-polskie/inauguracja-krajowego-raportu-klimatyczno-rozwojowego>; dostęp: 20.12.2024).
- GUS 2024. Ochrona środowiska (<https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/srodowisko/ochrona-srodowiska-2024,1,25.html>; dostęp: 20.12.2024).
- GUS 2019, GUS 2024a. Ekonomiczne aspekty ochrony środowiska (<https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/srodowisko/ekonomiczne-aspekty-ochrony-srodowiska-2024,14,6.html>; dostęp: 20.12.2024).
- Januchta-Szostak A. 2019. Strategie zintegrowanego zarządzania przestrzenią i wodą w miastach. [W:] J. Hausner, Z. Kundzewicz, J. Zaleski (red.), *Miasto. Woda. Jakość życia*. Open Eyes Economy Discussion Paper. Fundacja Gospodarki i Administracji Publicznej, Kraków, s. 11–36.
- Komisja Europejska 2024 (<https://cohesiondata.ec.europa.eu/stories/s/j4px-zny5>; dostęp: 5.10.2024).
- Komisja Europejska 2024a (<https://cohesiondata.ec.europa.eu/themes/5/14-20>; dostęp: 28.12.2024).
- Kowalczak P., Kundzewicz Z.W. 2011. Water-related conflicts in urban areas in Poland. Hydrological Sciences Journal, 56(4): 588–596. <https://doi.org/10.1080/02626667.2011.572554>
- Kowalczak P. 2011. Wodne dylematy urbanizacji. Wydawnictwo Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk, Poznań.

- Krauze K., Wagner I. 2019. From classical water-ecosystem theories to nature-based solutions — Contextualizing nature-based solutions for sustainable city. *Science of The Total Environment*, 655: 697–706. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.187>
- Kronenberg J. 2016. Usługi ekosystemowe – nowe spojrzenie na wartość środowiska przyrodniczego. [W:] A. Rzeńca (red.), *EkoMiasto#Środowisko. Zrównoważony, inteligentny i partycypacyjny rozwój miast*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, s. 63–83.
- Lenart W. 2015. Miasto w zgodzie z klimatem. [W:] A. Kalinowska (red.), *Miasto idealne – miasto zrównoważone*. Uniwersytet Warszawski, Warszawa.
- Ludwig F., Moench M. 2009. The Impacts of Climate Change on Water. [W:] F. Ludwig, P. Kabat, H. van Schaik, M. van der Valk (red.), *Climate Change Adaptation in the Water Sector*. Earthscan, London–Washington, s. 35–50.
- Magnuszewski A. 2015. Wielkie i małe rzeki w miastach podczas przemian klimatycznych. [W:] A. Kalinowska (red.), *Miasto idealne – miasto zrównoważone*. Uniwersytet Warszawski, Warszawa, s. 35–42.
- Major D.C., Omojola A., Dettinger M., Hanson R.T., Sanchez-Rodriguez R. 2011. Climate change, water and wastewater in cities. [W:] C. Rosenzweig, W.D. Solecki, S.A. Hammer, S. Mehrotra (red.), *Climate change in cities. First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*. Cambridge University Press, Cambridge, s. 113–143.
- McClymont K., Morrison D., Beevers L., Carmen E. 2019. Flood resilience: a systematic review. *Journal of Environmental Planning and Management*, 63(7): 1151–1176. <https://doi.org/10.1080/09640568.2019.1641474>
- McGrane S.J. 2016. Impacts of urbanisation on hydrological and water quality dynamics, and urban water management: a review. *Hydrological Sciences Journal*, 61(13): 2295–2311. <https://doi.org/10.1080/02626667.2015.1128084>
- Money A. 2017. Scaling-up financing through an attractive risk-return profile (<https://www.oecd.org/environment/resources/RT-Financing-Water-background-papersession-A-Money-Oxford.pdf>; dostęp: 25.06.2020).
- OECD 2013. Water and Climate Change Adaptation: Policies to Navigate Uncharted Waters. OECD Studies on Water, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264200449-en> (dostęp: 15.06.2020).
- OECD 2020. Financing Water Supply, Sanitation and Flood Protection: Challenges in EU Member States and Policy Options. OECD Studies on Water, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/6893cdac-en> (dostęp: 12.12.2020).
- OECD 2022. Financing a Water Secure Future. OECD Studies on Water, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/a2ecb261-en> (dostęp: 20.12.2024).
- Podręcznik adaptacji dla miast. Aktualizacja 2023. Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.
- Polityka ekologiczna państwa. 2030 – strategia rozwoju w obszarze środowiska i gospodarki wodnej. 2019. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- Rosiek K. 2023. Korzyści ekonomiczne zagospodarowania wód opadowych w mieście. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/783 z dnia 29 kwietnia 2021 r. ustanawiające Program działań na rzecz środowiska i klimatu (LIFE) i uchylające rozporządzenie (UE) nr 1293/2013 (Tekst mający znaczenie dla EOG) Dz.U. L 172 z 17.05.2021.
- Rzeka w mieście. 2023. Seria Zrównoważony Rozwój Zastosowania, 7. Fundacja Sendzimira, Kraków (<https://sendzimir.org.pl/projekty/miejskie-ekosystemy-dolin-rzecznych/rzeka-w-miescie-nr-7-2023/>; dostęp: 15.08.2024).
- Sakson-Sysiak G. 2019. Emisja metali ciężkich zawartych w wodach opadowych odprowadzanych z terenów zurbanizowanych. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź.
- Sumiślawski W. 2023. Strategia gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi dla Miasta Wrocławia (https://baw.um.wroc.pl/UrządMiastaWroclawia/document/69693/Zarzadzenie-11756_23; dostęp: 10.10.2024).
- Strategiczny Plan Adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030. 2013. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- Szczegółowy Opis Priorytetów dla programu Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko 2021–2027. V. 18.05.2025 (<https://www.feniks.gov.pl/strony/dowiedz-sie-wiecej-o-pro>

- gramie/prawo-i-dokumenty/szczegolowy-opis-priorytetow-dla-programu-fundusze-europejskie-na-infrastrukture-klimat-srodowisko-2021-2027/; dostęp: 22.05.2025).
- Szczegółowy Opis Priorytetów dla programu Fundusze Europejskie dla Polski Wschodniej 2021–2027. V. 24.03.2025 (<https://www.fepw.gov.pl/strony/dowiedz-sie-wiecej-o-programie/prawo-i-dokumenty/szczegolowy-opis-priorytetow-programu-fundusze-europejskie-dla-polski-wschodniej-2021-2027/>; dostęp: 22.05.2025).
- UNEP 2023 (<https://www.unep.org/topics/fresh-water/disasters-and-climate-change/>; dostęp: 15.12.2024).
- Ustawa z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym (Dz.U. z 1990 r. nr 16 poz. 95 z późn. zm.).
- Ustawa z dnia 24 listopada 2024 r. o zmianie ustawy – Prawo ochrony środowiska oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. z 2024 r. poz. 1940).
- Ustawa z 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (t.j. Dz.U. z 2024 r. poz. 1087 z późn. zm.).
- Whitehead P.G., Wilby R.L., Battarbee R.W., Kernan M., Wade A.J. 2009. A review of the potential impacts of climate change on surface water quality. *Hydrological Sciences Journal*, 54(1): 101–123. <https://doi.org/10.1623/hysj.54.1.101>
- Wojciechowska E., Gajewska M., Matej-Łukowicz K. 2016. Wybrane aspekty zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi na terenie zurbanizowanym. Politechnika Gdańska, Gdańsk.

Adaptation of urban water systems to climate change – tools and funding sources

Abstract: Due to increasing anthropopression, cities accumulate many stress factors for water resources and, at the same time, are particularly exposed to the effects of climate change. In the plans for adapting large cities in Poland (44MPA and Warsaw), the water economy was recognized as the most sensitive sector, which affects the functioning of other urban sectors. The article aims to systematize the tools for adapting Polish cities to the main water-hazards associated with climate change, as well as to indicate sources of their funding. The first part presents the main threats resulting from urbanization and climate change for water systems in cities. Based on international and national experiences, a classification of remedial actions is made, and potential benefits from their application are indicated. Next, the sources of funding for adaptive investments in Poland are analyzed in the context of the specifics of water subsectors and the choice of adaptation options. Water infrastructure is generally capital-intensive and long-term and serves public purposes, so it is financed from public budgets, including EU funds and programs. The conclusions drawn from the study are the necessity of an integrated approach to water threats and urban development, considering the benefits of NbS, raising awareness among local users, and broader involvement in financing the water security of cities and municipalities.

Keywords: climate change adaptation, urban adaptation plans, water investments, blue-green infrastructure, EU funds